

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-031234

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 2002-188378 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

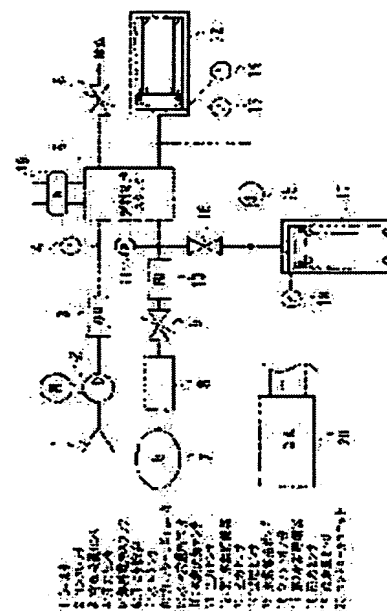
(22)Date of filing : 27.06.2002 (72)Inventor : OSAWA TOSHIYA

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system in which consumption energy to circulate an unused portion of hydrogen exhausted from a fuel cell stack again can be suppressed.

SOLUTION: The unused portion of hydrogen exhausted from the fuel cell stack 5 is stored in a first hydrogen reservoir 12. Stored amount of the first hydrogen reservoir 12 is detected based on detected values of a pressure sensor 13 and a temperature sensor 14, and when the stored amount reaches a first prescribed value, it is transported from the first hydrogen reservoir 12 to a second hydrogen reservoir 17 by a hydrogen transporting pump 15. The hydrogen transported to the second hydrogen reservoir 17 is supplied to the fuel cell stack 5 via a shut-off valve 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

An air supply means to supply air,

A hydrogen supply means to supply hydrogen,

A generation-of-electrical-energy means to generate electricity based on the air and hydrogen which were supplied,

A first hydrogen storage means to store the intact hydrogen to be discharged from this generation-of-electrical-energy means,

A second hydrogen storage means to store the hydrogen transported from the first hydrogen storage means,

A hydrogen migration means to transport the hydrogen stored in the first hydrogen storage means to the second hydrogen storage means,

The hydrogen flow rate control means which controls the flow rate of the hydrogen supplied to said generation-of-electrical-energy means from the second hydrogen storage means,

A first hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means,

It has a second hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored in the second hydrogen storage means,

Said hydrogen migration means is a fuel cell system characterized by starting migration for the second hydrogen storage means of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means when the detection result of the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means reaches the first predetermined value.

[Claim 2]

An air supply means to supply air,

A hydrogen supply means to supply hydrogen,

A generation-of-electrical-energy means to generate electricity based on the air and hydrogen which were supplied,

A first hydrogen storage means to store the intact hydrogen to be discharged from this generation-of-electrical-energy means,

A hydrogen migration means to transport the hydrogen stored in the first hydrogen storage means to said generation-of-electrical-energy means,

It has a first hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means,

Said hydrogen migration means is a fuel cell system characterized by starting migration for said generation-of-electrical-energy means of the hydrogen from which the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means is a flow rate equivalent to idle operation, and was stored in the first hydrogen storage means when the detection result of the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means reaches the first predetermined value.

[Claim 3]

The first hydrogen quantity-to-be-stored detection means or the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means is a fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by detecting the pressure in the first hydrogen storage means or the second hydrogen storage means, and detecting

said hydrogen quantity to be stored respectively based on the relation of the pressure and hydrogen quantity to be stored which were calculated beforehand.

[Claim 4]

The first hydrogen storage means or the second hydrogen storage means is the configuration of having the moving-part material displaced according to a hydrogen quantity to be stored. The first hydrogen quantity-to-be-stored detection means or the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by detecting the variation rate of said moving-part material in each, and detecting said hydrogen quantity to be stored based on the relation of the variation rate of said moving-part material and hydrogen quantity to be stored which were calculated beforehand.

[Claim 5]

The first hydrogen quantity-to-be-stored detection means,

An amount detection means of consumption hydrogen to detect the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means, and to detect the amount of hydrogen consumed with said generation-of-electrical-energy means based on this amount of generations of electrical energy,

An amount detection means of supply hydrogen to detect the amount of hydrogen supplied to said generation-of-electrical-energy means,

An amount detection means of migration hydrogen to detect the amount of hydrogen transported from the first hydrogen storage means,

It ****,

The fuel cell system according to claim 1 characterized by detecting the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means based on the detection result of said amount detection means of consumption hydrogen, the detection result of said amount detection means of supply hydrogen, and the detection result of said amount detection means of migration hydrogen.

[Claim 6]

Said hydrogen migration means has an amount detection means of generations of electrical energy to detect the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means, The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by setting up the first predetermined value small, so that the detection result of this amount detection means of generations of electrical energy is large.

[Claim 7]

Said hydrogen migration means has a hydrogen temperature detection means to detect the hydrogen temperature in the first hydrogen storage means,

The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by setting up the first predetermined value small, so that the detection result of this hydrogen temperature detection means is high.

[Claim 8]

Said hydrogen migration means has a hydrogen humidity detection means to detect the hydrogen humidity in the first hydrogen storage means,

The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by setting up the first predetermined value small, so that the detection result of this hydrogen humidity detection means is high.

[Claim 9]

Said hydrogen migration means is a fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by stopping migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means when the detection result of the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means becomes below the minimum hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means.

[Claim 10]

After starting migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means, said hydrogen migration means is a fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by stopping migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means, when predetermined time progress is carried out.

[Claim 11]

Said hydrogen migration means is a fuel cell system according to claim 1 characterized by stopping migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means when the detection result of the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means becomes more than the maximum hydrogen

quantity to be stored of the second hydrogen storage means.

[Claim 12]

Said hydrogen migration means is a fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by transporting the hydrogen stored in the first hydrogen storage means by the fixed flow rate defined beforehand.

[Claim 13]

It is the fuel cell system according to claim 1 characterized by making said passage close for said passage in the case of open and others when said hydrogen flow rate control means has the configuration which opens and closes the passage between the second hydrogen storage means and said generation-of-electrical-energy means and the detection result of the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means generates electricity with more than the minimum hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen storage means, and said generation-of-electrical-energy means.

[Claim 14]

Said hydrogen flow rate control means is a fuel cell system according to claim 13 characterized by changing the opening of said passage based on the amount of generations of electrical energy of said generation-of-electrical-energy means when said passage is open.

[Claim 15]

Said hydrogen flow rate control means is the check valve which permits only the flow from the second hydrogen storage means to said generation-of-electrical-energy means in the passage between the second hydrogen storage means and said generation-of-electrical-energy means, or a fuel cell system according to claim 1 characterized by being at least one of the fixed diaphragm **s which set up the opening of said passage.

[Claim 16]

The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by stopping supply of the hydrogen from said hydrogen supply means to said generation-of-electrical-energy means when the hydrogen transported from the first hydrogen storage means is sent to said generation-of-electrical-energy means and the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means is below the amount of predetermined generations of electrical energy.

[Claim 17]

The maximum hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen storage means is a fuel cell system according to claim 1 characterized by setting up more than the amount decided by the product with the longest duration of the maximum stream flow of intact hydrogen, and this maximum stream flow discharged from said generation-of-electrical-energy means.

[Claim 18]

The maximum hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen storage means is a fuel cell system according to claim 2 characterized by setting up beyond the average of the intact hydrogen flow rate discharged from said generation-of-electrical-energy means between said hydrogen transfer-pump operating time, and the value decided by the product with said hydrogen transfer-pump operating time.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the fuel cell system equipped with the hydrogen circulation function which supplies again the intact hydrogen to especially be discharged from a fuel cell stack to a fuel cell stack about the fuel cell system generated based on air and hydrogen.

[0002]

[Description of the Prior Art]

As a conventional fuel cell system which supplies again the intact hydrogen to be discharged from a fuel cell stack to a fuel cell stack, there is JP,9-213353,A (the 1st henceforth, conventional technique), for example.

[0003]

with this 1st conventional technique, recycling of the exhaust gas (it can set to this invention -- intact -- a part -- equivalent to hydrogen) discharged from the fuel electrode of a fuel cell (equivalent to the fuel cell stack in this invention) is carried out using an ejector pump, it mixes with the fuel (equivalent to the hydrogen in this invention) newly supplied, and the technique supplied and generated to the fuel electrode of a fuel cell is indicated.

[0004]

moreover, in JP,7-240220,A (the 2nd henceforth, conventional technique), the technique of returning the residual hydrogen (it being able to set to this invention -- intact -- a part -- equivalent to hydrogen) discharged from the body of a fuel cell (equivalent to the fuel cell stack in this invention) to the hydrogen supply line of the body of a fuel cell using a circulating pump is indicated.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

If a fuel is newly supplied to an ejector pump, the exhaust gas of the flow rate according to the flow rate (following supply flow rate) of the fuel supplied is sucked up by the ejector pump, it will recycle and will not be supplied to a fuel cell, especially, the fuel circulation system using an ejector pump as shown in the 1st conventional technique here will not need complicated control or energy, but recycling of an exhaust gas of it will become possible.

[0006]

However, there is a trouble that the exhaust-gas flow rate by which recycling is carried out depending on the change width of face of a supply flow rate falls with the property of an ejector pump proper. That is, an ejector pump has the property that the exhaust-gas flow rate by which recycling is carried out falls as a supply flow rate will separate from this rated value, if it designs so that the exhaust-gas flow rate by which recycling is carried out may be secured when it becomes rated value with a supply flow rate.

[0007]

If an ejector pump is designed by making the time of a supply flow rate being the maximum stream flow into rated value, generally exhaust-gas flow rate with a supply flow rate sufficient at the time of 10% or less of low load driving of the maximum stream flow by which recycling is carried out is not obtained. On the contrary, if it designs so that the exhaust-gas flow rate to which recycling of the supply flow rate is carried out by 10% or less of the maximum stream flow may be secured, exhaust-

gas flow rate with a supply flow rate sufficient in the time of heavy load operation near the maximum stream flow by which recycling is carried out will not be obtained.

[0008]

On the other hand, the approach using the circulating pump which solves the trouble of such an ejector pump and which is driven from the outside can be considered like the 2nd conventional technique as a plan. That is, by controlling the rotational frequency of a circulating pump, the flow rate of a circulating pump can be adjusted to arbitration, and is not directly influenced of a supply flow rate like an ejector pump, i.e., an operation situation.

[0009]

However, in order to be stabilized and to circulate residual hydrogen, it is necessary to adjust the flow rate of a circulating pump to compensate for change of a residual hydrogen content, and there is a possibility by constructing the complicated control system in consideration of degradation of the response delay of a circulating pump or control precision that the fall of dependability may arise.

[0010]

Moreover, it is necessary to always operate a circulating pump during a generation of electrical energy with a fuel cell, and the trouble that the endurance of a circulating pump falls is also produced.

[0011]

Furthermore, with a pump like a circulating pump, generally, when the effectiveness in a certain flow rate is max, since it becomes this below maximum, whenever it adjusts the flow rate of a circulating pump, operation at the maximum effectiveness point becomes impossible, and, as for the effectiveness in other flow rates, also has a possibility that the energy to consume may increase.

[0012]

that is, in a Prior art, it is discharged from a fuel cell stack -- intact -- a part -- in case hydrogen is again supplied to a fuel cell stack, it circulates -- intact -- a part -- there was a trouble that the fall of a hydrogen flow rate or the fall of dependability and endurance, and consumption energy increased.

[0013]

this invention was made paying attention to the above-mentioned trouble, and the place made into the purpose is discharged from a fuel cell stack -- intact -- a part -- in case hydrogen is again supplied to a fuel cell stack, it is not concerned with an operation situation but circulates -- intact -- a part -- while securing a hydrogen flow rate, it is in offering the fuel cell system which dependability and endurance improve and can control the increment in consumption energy.

[0014]

[Means for Solving the Problem]

An air supply means to supply air in order that invention according to claim 1 may attain the above-mentioned purpose, A generation-of-electrical-energy means to generate electricity based on a hydrogen supply means to supply hydrogen, and the air and hydrogen which were supplied, A first hydrogen storage means to store the intact hydrogen to be discharged from this generation-of-electrical-energy means, A second hydrogen storage means to store the hydrogen transported from the first hydrogen storage means, A hydrogen migration means to transport the hydrogen stored in the first hydrogen storage means to the second hydrogen storage means, The hydrogen flow rate control means which controls the flow rate of the hydrogen supplied to said generation-of-electrical-energy means from the second hydrogen storage means, A first hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means, It has a second hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored in the second hydrogen storage means. Said hydrogen migration means When the detection result of the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means reaches the first predetermined value, it is the fuel cell system which makes it a summary to start migration for the second hydrogen storage means of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means.

[0015]

An air supply means to supply air in order that invention according to claim 2 may attain the above-mentioned purpose, A generation-of-electrical-energy means to generate electricity based on a hydrogen supply means to supply hydrogen, and the air and hydrogen which were supplied, A first hydrogen storage means to store the intact hydrogen to be discharged from this generation-of-

electrical-energy means, A hydrogen migration means to transport the hydrogen stored in the first hydrogen storage means to said generation-of-electrical-energy means, It has a first hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means. Said hydrogen migration means When the detection result of the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means reaches the first predetermined value, the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means is a flow rate equivalent to idle operation, and is the fuel cell system which makes it a summary to start migration for said generation-of-electrical-energy means of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means.

[0016]

In order that invention according to claim 3 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1 or 2, the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means or the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means makes it a summary to detect the pressure in the first hydrogen storage means or the second hydrogen storage means, and to detect said hydrogen quantity to be stored respectively, based on the relation of the pressure and hydrogen quantity to be stored which were calculated beforehand.

[0017]

Invention according to claim 4 is set to a fuel cell system according to claim 1 or 2 in order to attain the above-mentioned purpose. The first hydrogen storage means or the second hydrogen storage means It is the configuration of having the moving-part material displaced according to a hydrogen quantity to be stored. The first hydrogen quantity-to-be-stored detection means or the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means Let it be a summary to detect the variation rate of said moving-part material in each, and to detect said hydrogen quantity to be stored based on the relation of the variation rate of said moving-part material and hydrogen quantity to be stored which were calculated beforehand.

[0018]

Invention according to claim 5 is set to a fuel cell system according to claim 1 in order to attain the above-mentioned purpose. The first hydrogen quantity-to-be-stored detection means An amount detection means of consumption hydrogen to detect the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means, and to detect the amount of hydrogen consumed with said generation-of-electrical-energy means based on this amount of generations of electrical energy, An amount detection means of supply hydrogen to detect the amount of hydrogen supplied to said generation-of-electrical-energy means, An amount detection means of migration hydrogen to detect the amount of hydrogen transported from the first hydrogen storage means, It **** and let it be a summary to detect the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means based on the detection result of said amount detection means of consumption hydrogen, the detection result of said amount detection means of supply hydrogen, and the detection result of said amount detection means of migration hydrogen.

[0019]

In order that invention according to claim 6 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1 or 2, said hydrogen migration means has an amount detection means of generations of electrical energy to detect the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means, and it makes it a summary to set up the first predetermined value small, so that the detection result of this amount detection means of generations of electrical energy is large.

[0020]

In order that invention according to claim 7 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1 or 2, said hydrogen migration means has a hydrogen temperature detection means to detect the hydrogen temperature in the first hydrogen storage means, and it makes it a summary to set up the first predetermined value small, so that the detection result of this hydrogen temperature detection means is high.

[0021]

In order that invention according to claim 8 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1 or 2, said hydrogen migration means has a hydrogen humidity detection

means to detect the hydrogen humidity in the first hydrogen storage means, and it makes it a summary to set up the first predetermined value small, so that the detection result of this hydrogen humidity detection means is high.

[0022]

Invention according to claim 9 makes it a summary for said hydrogen migration means to stop migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means, when the detection result of the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means becomes below the minimum hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means in a fuel cell system according to claim 1 or 2 in order to attain the above-mentioned purpose.

[0023]

In order that invention according to claim 10 may attain the above-mentioned purpose, if said hydrogen migration means carries out predetermined time progress, in a fuel cell system according to claim 1 or 2, it will make it a summary to stop migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means after starting migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means.

[0024]

In order that invention according to claim 11 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1, said hydrogen migration means makes it a summary to stop migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means, when the detection result of the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means becomes more than the maximum hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen storage means.

[0025]

In order that invention according to claim 12 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1 or 2, said hydrogen migration means makes it a summary to transport the hydrogen stored in the first hydrogen storage means by the fixed flow rate defined beforehand.

[0026]

Invention according to claim 13 is set to a fuel cell system according to claim 1 in order to attain the above-mentioned purpose. Said hydrogen flow rate control means When you have the configuration which opens and closes the passage between the second hydrogen storage means and said generation-of-electrical-energy means and the detection result of the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means generates electricity with more than the minimum hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen storage means, and said generation-of-electrical-energy means, let it be a summary to make said passage close for said passage in the case of open and others.

[0027]

In order that invention according to claim 14 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 13, said hydrogen flow rate control means makes it a summary to change the opening of said passage based on the amount of generations of electrical energy of said generation-of-electrical-energy means, when said passage is open.

[0028]

In order that invention according to claim 15 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 1, said hydrogen flow rate control means makes it a summary to be at least one of the fixed diaphragm **s which sets up the check valve which permits only the flow from the second hydrogen storage means to said generation-of-electrical-energy means, or the opening of said passage in the passage between the second hydrogen storage means and said generation-of-electrical-energy means.

[0029]

Invention according to claim 16 makes it a summary to stop supply of the hydrogen from said hydrogen supply means to said generation-of-electrical-energy means, when the hydrogen transported from the first hydrogen storage means is sent to said generation-of-electrical-energy means in the fuel cell system according to claim 1 or 2 and the amount of generations of electrical energy in said generation-of-electrical-energy means is below the amount of predetermined generations of electrical energy, in order to attain the above-mentioned purpose.

[0030]

In order that invention according to claim 17 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell

system according to claim 1, the maximum hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen storage means makes it a summary to set up more than the amount decided by the product with the longest duration of the maximum stream flow of intact hydrogen, and this maximum stream flow discharged from said generation-of-electrical-energy means.

[0031]

In order that invention according to claim 18 may attain the above-mentioned purpose, in a fuel cell system according to claim 2, the maximum hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen storage means makes it a summary to set up beyond the average of the intact hydrogen flow rate discharged from said generation-of-electrical-energy means between said hydrogen transfer-pump operating time, and the value decided by the product with said hydrogen transfer-pump operating time.

[0032]

[Effect of the Invention]

If it is in invention according to claim 1, it is not concerned with the operation situation of a generation-of-electrical-energy means, i.e., the flow rate of the hydrogen supplied from a hydrogen supply means, but it becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means.

[0033]

Moreover, the need of a hydrogen migration means of making it always operating is lost, and serially, since unnecessary and simple control is sufficient also as the control according to the amount of hydrogen of an intact part, its dependability and endurance of a hydrogen migration means improve.

[0034]

furthermore, intact -- a part -- intact according to the operation situation of a generation-of-electrical-energy means, since it is possible to control the flow rate by the hydrogen flow rate control means in case hydrogen is again supplied to a generation-of-electrical-energy means -- a part -- the supply flow rate to the generation-of-electrical-energy means of hydrogen can be adjusted, and the controllability of the amount of generations of electrical energy of a generation-of-electrical-energy means improves.

[0035]

If it is in invention according to claim 2, it is not concerned with the operation situation of a generation-of-electrical-energy means, i.e., the flow rate of the hydrogen supplied from a hydrogen supply means, but it becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means. Moreover, the need of a hydrogen migration means of making it always operating is lost, and serially, since unnecessary and simple control is sufficient also as the control according to the amount of hydrogen of an intact part, its dependability and endurance of a hydrogen migration means improve.

[0036]

Moreover, since the flow rate by which the flow rate of the hydrogen by which, as for the amount of generations of electrical energy in a generation-of-electrical-energy means, the time of idle operation should be supplied to min, i.e., a generation-of-electrical-energy means, is equivalent to idle operation serves as min, the hydrogen of an intact part will be supplied by the minimum discharge which a generation-of-electrical-energy means takes with a hydrogen migration means. Therefore, the hydrogen supplied to a generation-of-electrical-energy means by the hydrogen migration means does not become superfluous with a generation-of-electrical-energy means, and it is not concerned with the operation situation of a generation-of-electrical-energy means, but becomes transportable to the generation-of-electrical-energy means of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means.

[0037]

Furthermore, since the minimum flow rate equivalent to idle operation is sufficient as the flow rate at the time of transporting hydrogen with a hydrogen migration means, it can make small consumption energy by the hydrogen migration means.

[0038]

If it is in invention according to claim 3, it becomes possible by using a detectable pressure simply to

detect the hydrogen quantity to be stored of the first or second hydrogen storage means certainly.

[0039]

If it is in invention according to claim 4, it becomes possible to detect a hydrogen quantity to be stored with a sufficient precision by detecting the variation rate of the member displaced according to a hydrogen quantity to be stored.

[0040]

if it is in invention according to claim 5, it is the difference of the amount of supply hydrogen to a generation-of-electrical-energy means, and the amount of consumption hydrogen -- intact -- a part -- it becomes possible by integrating the difference of the amount of hydrogen, and the amount of migration hydrogen to detect certainly the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means.

[0041]

Since the first predetermined value was small set up so that the amount of generations of electrical energy in a generation-of-electrical-energy means was large if it was in invention according to claim 6 A sake the amount of generations of electrical energy in a generation-of-electrical-energy means is large, namely, when the flow rate of the hydrogen supplied to a generation-of-electrical-energy means is large, it is discharged from a generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- the amount of hydrogen -- large -- becoming -- the increment in the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen storage means -- early -- Start migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means a little early, and it prevents that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means to reach to the maximum hydrogen quantity to be stored and by which it was discharged from the generation-of-electrical-energy means becomes impossible. It becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means.

[0042]

Since the first predetermined value was small set up so that the hydrogen temperature in the first hydrogen storage means was high if it was in invention according to claim 7, When hydrogen temperature is high, the volume of hydrogen becomes large and the increment in the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen storage means also becomes early, by setting up the first predetermined value small a hydrogen migration means Start migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means a little early, and it prevents that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means to reach to the maximum hydrogen quantity to be stored and by which it was discharged from the generation-of-electrical-energy means becomes impossible. It becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means.

[0043]

Furthermore, since the steam partial pressure contained in hydrogen becomes high and the increment in the quantity to be stored in a part for this steam and the first hydrogen storage means also becomes early so that hydrogen temperature is high when hydrogen contains a steam, the operation effectiveness same as the above is too acquired by setting up the first predetermined value small.

[0044]

Since the first predetermined value was small set up so that the hydrogen humidity in the first hydrogen storage means was high if it was in invention according to claim 8 [when hydrogen contains a steam] a hydrogen migration means Start migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means a little early, and it prevents that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means to reach to the maximum hydrogen quantity to be stored and by which it was discharged from the generation-of-electrical-energy means becomes impossible. It becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means.

[0045]

If it is in invention according to claim 9, since it was made for a hydrogen migration means to stop migration of hydrogen when it became below the minimum hydrogen quantity to be stored in the

first hydrogen storage means, it becomes possible [performing halt control of a hydrogen migration means to suitable timing].

[0046]

If it is in invention according to claim 10, since it was made to stop migration of hydrogen after starting migration of hydrogen when predetermined time progress was carried out, a hydrogen migration means becomes possible [simplifying control of a hydrogen migration means].

[0047]

If it is in invention according to claim 11, a hydrogen migration means Since it was made to stop migration of the hydrogen stored in the first hydrogen storage means when the detection result of the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means became more than the maximum hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen storage means, The hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen storage means turns into the maximum hydrogen quantity to be stored, when it becomes impossible to store hydrogen more than this, a hydrogen migration means will stop migration of hydrogen, and it becomes possible to control a hydrogen migration means by suitable timing.

[0048]

If it is in invention according to claim 12, since it was made to transport the hydrogen stored in the first hydrogen storage means by the fixed flow rate defined beforehand, a hydrogen migration means can make small consumption energy by the hydrogen migration means by setting up so that it may become max by the flow rate of this regularity of the effectiveness of a hydrogen migration means.

[0049]

If it is in invention according to claim 13, a hydrogen flow rate control means It has the configuration which opens and closes the passage between the second hydrogen storage means and a generation-of-electrical-energy means. The detection result of the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means When generating electricity with more than the minimum hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen storage means, and a generation-of-electrical-energy means, in the case of open and others, this passage is written as the configuration which makes this passage close. Hydrogen is stored in the second hydrogen storage means, and it is in the condition which can be supplied to a generation-of-electrical-energy means. and only when it is required to generate electricity with a generation-of-electrical-energy means, namely, to supply hydrogen to a generation-of-electrical-energy means, hydrogen is supplied to a generation-of-electrical-energy means from the second hydrogen storage means, and it is discharged from a generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to a generation-of-electrical-energy means again to suitable timing.

[0050]

If it is in invention according to claim 14, it sets to claim 13. A hydrogen flow rate control means When passage is open, on the concrete target which has further the configuration which makes opening of passage adjustable, and changes the opening of passage based on the amount of generations of electrical energy of a generation-of-electrical-energy means It writes as the configuration which enlarges this opening, so that the amount of generations of electrical energy of a generation-of-electrical-energy means is large and the flow rate of the hydrogen which a generation-of-electrical-energy means takes is large. By increasing the flow rate of the hydrogen supplied to a generation-of-electrical-energy means according to the amount of generations of electrical energy of a generation-of-electrical-energy means from the second hydrogen storage means, and consuming promptly the hydrogen stored in the second hydrogen storage means It becomes possible to store the hydrogen transported from the next first hydrogen storage means, and it becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means.

[0051]

If it is in invention according to claim 15, a hydrogen flow rate control means The check valve which permits only the flow from the second hydrogen storage means to this generation-of-electrical-energy means in passage between the second hydrogen storage means and a generation-of-electrical-energy means, Or it writes as the configuration which is at least one of the fixed diaphragm **s which set up the opening of this passage. If hydrogen is stored in the second hydrogen storage

means, the internal pressure of the second hydrogen storage means rises and it becomes higher than the internal pressure of a generation-of-electrical-energy means. It becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from a generation-of-electrical-energy means to a generation-of-electrical-energy means, without supplying hydrogen to a generation-of-electrical-energy means from the second hydrogen storage means, and performing special control.

[0052]

The flow rate of the hydrogen which prevents that the hydrogen supplied from a hydrogen supply means goes into the second hydrogen storage means by the check valve, and becomes possible [storing certainly the hydrogen transported from the first hydrogen storage means] further here, and is supplied by fixed diaphragm from a second hydrogen storage means to a generation-of-electrical-energy means sets up, and it becomes that it is possible to improve the controllability of the amount of generations of electrical energy in a generation-of-electrical-energy means.

[0053]

[if it is in invention according to claim 16, when the hydrogen transported from the first hydrogen storage means is sent to the generation-of-electrical-energy means] The amount [in / in the amount of generations of electrical energy in a generation-of-electrical-energy means / below / the amount of predetermined generations of electrical energy, i.e., a generation-of-electrical-energy means,] of generations of electrical energy. In below the amount of generations of electrical energy which can provide hydrogen with the flow rate at the time of supplying a generation-of-electrical-energy means again, it writes as the configuration which stops supply of the hydrogen from a hydrogen supply means to a generation-of-electrical-energy means. It is discharged from a generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- Superfluous hydrogen is not supplied to a generation-of-electrical-energy means, and a suitable flow rate is supplied certainly and becomes possible [improving the controllability of the amount of generations of electrical energy in a generation-of-electrical-energy means]. moreover, it is discharged from a generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- by consuming hydrogen promptly, it becomes possible to store the hydrogen in the next first hydrogen storage means or the next second hydrogen storage means, and is discharged from a generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to a generation-of-electrical-energy means again certainly.

[0054]

if it was in invention claim 17 and given in 18, the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen storage means reached to the maximum hydrogen quantity to be stored, and was discharged from the generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- hydrogen prevents that storage becomes impossible and is discharged from a generation-of-electrical-energy means -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to a generation-of-electrical-energy means again certainly.

[0055]

[Embodiment of the Invention]

[The 1st operation gestalt]

The 1st operation gestalt is a fuel cell system corresponding to invention given in claims 1 and 3 thru/or 13, and 16 and 17, and is a suitable fuel cell system for an application with large load effects, such as a fuel cell car.

[0056]

Drawing 1 is a whole system chart explaining the fuel cell structure of a system of the 1st operation gestalt. In drawing 1 1 a compressor and 3 for a filter and 2 An air flow rate sensor, In 4, a pressure sensor and 5 a pressure control valve and 7 for a fuel cell stack and 6 A hydrogen tank, 8 a hydrogen flow control valve and 10 for a pressure regulator and 9 A hydrogen flow rate sensor, 11 -- a pressure sensor and 12 -- the first hydrogen reservoir and 13 -- a pressure sensor and 14 -- a temperature sensor and 15 -- a hydrogen transfer pump and 16 -- a shut off valve and 17 -- the second hydrogen reservoir and 18 -- a pressure sensor and 19 -- the amount sensor of generations of electrical energy, and 20 -- a control unit -- it comes out.

[0057]

A filter 1 removes the impurity in the air which a compressor 2 inhales. A compressor 2 inhales and compresses air through a filter 1, and supplies air to discharge and the fuel cell stack 5.

[0058]

An air flow rate sensor 3 detects the air flow rate supplied from a compressor 2, and inputs a detection value into a control unit 20. Moreover, based on the detection value of an air flow rate sensor 3, a control unit 20 controls the rotational frequency of a compressor 2, and controls the air flow rate supplied to the fuel cell stack 5.

[0059]

A pressure sensor 4 detects the pressure of air just before going into the fuel cell stack 5, and inputs a detection value into a control unit 20. Moreover, a control unit 20 sends a command to a pressure control valve 6 based on the detection value of a pressure sensor 4. A pressure control valve 6 controls the pressure of the airstream way of the fuel cell stack 5 according to the command from a control unit 20.

[0060]

The fuel cell stack 5 is generated using the air supplied and the hydrogen supplied through the hydrogen flow control valve 9.

[0061]

A hydrogen tank 7 stores hydrogen. A pressure regulator 8 controls and outputs the pressure of the hydrogen supplied from a hydrogen tank 7 to a fixed pressure. The hydrogen flow control valve 9 is controlled by the command of a control unit 20, and controls the flow rate and pressure of hydrogen which are supplied to the fuel cell stack 5. The hydrogen flow rate sensor 10 detects a hydrogen flow rate, and inputs a detection value into a control unit 20.

[0062]

A pressure sensor 11 detects the pressure of hydrogen just before going into the fuel cell stack 5, and inputs a detection value into a control unit 20. Moreover, based on the detection value of the hydrogen flow rate sensor 10 and a pressure sensor 11, a control unit 20 controls the hydrogen flow control valve 9, and controls the pressure of the hydrogen passage of the hydrogen flow rate supplied to the fuel cell stack 5, and the fuel cell stack 5.

[0063]

The first hydrogen reservoir 12 stores the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5.

A pressure sensor 13 detects the pressure of the first hydrogen reservoir 12, and inputs a detection value into a control unit 20.

A temperature sensor 14 detects the temperature of the first hydrogen reservoir 12, and inputs a detection value into a control unit 20.

Drive/halt control is carried out by the command of a control unit 20, and the hydrogen transfer pump 15 transports the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 to the second hydrogen reservoir 17.

[0064]

Closing motion control is carried out by the command of a control unit 20, and a shut off valve 16 opens and closes passage between the second hydrogen reservoir 17 and the fuel cell stack 5.

The second hydrogen reservoir 17 stores the hydrogen transported from the first hydrogen reservoir by the hydrogen transfer pump 15.

A pressure sensor 18 detects the pressure of the second hydrogen reservoir 17, and inputs a detection value into a control unit 20.

[0065]

The amount sensor 19 of generations of electrical energy detects the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5, and inputs a detection value into a control unit 20.

A control unit 20 reads the signal from each sensor in this system, and performs control of delivery and this system for a command to each component according to the control logic beforehand held inside.

[0066]

In the configuration explained above, a filter 1, a compressor 2, and an air flow rate sensor 3 are equivalent to an air supply means. A hydrogen tank 7, a pressure regulator 8, the hydrogen flow control valve 9, the hydrogen flow rate sensor 10, and a pressure sensor 11 are equivalent to a hydrogen supply means. The fuel cell stack 5 is equivalent to a generation-of-electrical-energy

means, the first hydrogen reservoir 12 is equivalent to the first hydrogen storage means, the second hydrogen reservoir 17 is equivalent to the second hydrogen storage means, the hydrogen transfer pump 15 is equivalent to a hydrogen migration means, and a shut off valve 16 is equivalent to a hydrogen flow rate control means.

[0067]

Here, if it has relation with fixed pressure of the first hydrogen reservoir 12 and volume of the first hydrogen reservoir 12 which a pressure sensor 13 detects, based on the temperature which the pressure which the pressure sensor 13 detected, and the temperature sensor 14 detected, the amount of hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 interior by the well-known gaseous state type is computable. In this case, a pressure sensor 13 and a temperature sensor 14 serve as a first hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 which is the first hydrogen storage means.

[0068]

Moreover, if the same configuration as the first hydrogen reservoir 12 is used as the second hydrogen reservoir 17 which is the second hydrogen storage means, a second hydrogen quantity-to-be-stored detection means to detect the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 will be a pressure sensor 18. In this case, the temperature sensor of the dedication which detects the temperature of the second hydrogen reservoir 17 may be added, some errors may be permitted, and the detection value of the temperature sensor 14 of the first hydrogen reservoir 12 may be diverted.

[0069]

Next, the operation at the time of supplying again the intact hydrogen discharged from the fuel cell stack 5 to the fuel cell stack 5 which is the description of this invention is explained.

[0070]

Drawing 2 -5 are a flow chart which shows an operation of the 1st operation gestalt. In actuation initiation control of the hydrogen transfer pump 15 and drawing 3, actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15 and drawing 4 show control of a shut off valve 16, and drawing 5 shows [drawing 2] control of the hydrogen flow control valve 9, respectively. The flow chart of drawing 2 -5 is repeatedly performed in a control unit 20 for every fixed control period defined beforehand. Although a control period is defined experimentally, it is a value for about 1 - 100ms, for example.

[0071]

First, actuation initiation control of the hydrogen transfer pump 15 is explained with reference to the flow chart of drawing 2.

At step S21, when the hydrogen transfer pump 15 judges whether it is under [actuation halt] ***** and is actuation stopping, it progresses to step S22, and when it is not [actuation] under halt, this processing is ended.

[0072]

At step S22, the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 is detected. At step S23, the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 detected at step S22 judges whether it is beyond the first predetermined value, and in beyond the first predetermined value, it progresses to step S24 and progresses to step S25 the case of under the first predetermined value. This first predetermined value is a value decided to be arbitration as a design value like 90% of the maximum hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir.

[0073]

At step S24, actuation initiation of the hydrogen transfer pump 15 is carried out.

At step S25, the hydrogen transfer pump 15 serves as as [an actuation halt]. In the above flow chart, each step except step S22 is equivalent to the hydrogen migration means of claim 1, and step S22 is equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means.

[0074]

With the flow chart of drawing 2, the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 is once stored in the first hydrogen reservoir 12. When the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 reaches to the first predetermined value, by carrying out actuation initiation of the hydrogen transfer pump 15 It is not concerned with the flow rate of the hydrogen supplied, the operation situation 9, i.e., the hydrogen flow control valve, of the fuel cell stack 5. it is discharged

from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 again through the second hydrogen reservoir 17 and a shut off valve 16 certainly.

[0075]

Moreover, the need of the hydrogen transfer pump 15 of making it always operating is lost, and serially, since unnecessary and simple control is sufficient also as the control according to the amount of hydrogen of an intact part, its dependability and endurance of the hydrogen transfer pump 15 improve.

[0076]

Here, as the detection approach of the hydrogen quantity to be stored in step S22, a hydrogen quantity to be stored is detected based on the relation of the pressure and hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir shown in drawing 6, for example based on the detection value of the pressure sensor 13 of drawing 1 (equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means of claim 3).

[0077]

Moreover, as a configuration which has the member which displaces the first hydrogen reservoir 12 according to a hydrogen quantity to be stored, the variation rate of this member may be detected, a hydrogen quantity to be stored may be detected based on the relation of the variation rate of this member and hydrogen quantity to be stored which were calculated beforehand, and the configuration of the first hydrogen reservoir 12 in this case is shown in drawing 7.

[0078]

the coil spring with which a piston and 73 energize a piston 72 on a seal, and housing and 72 energize 74 to the method of drawing Nakagami in 71 in drawing 7, and 75 -- a hydrogen ON appearance port and 76 -- a hydrogen stores dept. and 77 -- the displacement sensor of a piston 72 -- it comes out. In this configuration, the intact hydrogen discharged from the fuel cell stack 5 goes into the hydrogen stores dept. 76 which is the space surrounded at housing 71 and a piston 72 from the hydrogen ON appearance port 75, and hydrogen is stored here. Moreover, it prevents that hydrogen flows into the exterior of the first hydrogen reservoir with the seal 73 which seals the periphery section of a piston 72, and the inner circumference section of housing 71 in this case.

[0079]

If hydrogen is stored in the hydrogen stores dept. 76, a piston 72 will be depressed by down [of drawing 7] according to the hydrogen quantity to be stored. That is, a piston 72 serves as a member displaced according to a hydrogen quantity to be stored here. Moreover, when the piston 72 displaced caudad, a coil spring 74 pushed and contracts to coincidence, the force of pushing a piston 72 on above [of drawing 7] is generated and the hydrogen quantity to be stored in the hydrogen stores dept. 76 decreases, a piston 72 is moved to above [of drawing 7].

[0080]

A displacement sensor 77 detects the variation rate of a piston 72, and it inputs a detection value into a control unit 20. Since the detection value of a displacement sensor 77 and the relation of a hydrogen quantity to be stored become what is shown in drawing 9, they become possible [detecting the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12] based on the detection value of a displacement sensor 77 (equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means of claim 4).

[0081]

furthermore, as the detection approach of the hydrogen quantity to be stored in step S22 Detect the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5, and the amount C1 of hydrogen consumed by the fuel cell stack 5 based on this is detected. The amount S1 of hydrogen supplied to the fuel cell stack 5 is detected. Moreover, further It is possible to detect the amount M1 of hydrogen transported to the second hydrogen reservoir 17 from the first hydrogen reservoir 12 by the hydrogen transfer pump 15, and to detect the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 based on this amount C1 of hydrogen, the amount S1 of hydrogen, and the amount M1 of hydrogen.

[0082]

That is, first, since it has the relation of drawing 10, the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 and the amount of hydrogen consumed by the fuel cell stack 5 detect the amount C1 of hydrogen consumed by the fuel cell stack 5 based on the detection value of the amount

sensor 19 of generations of electrical energy of drawing 1 (equivalent to the amount detection means of consumption hydrogen of claim 5).

[0083]

Next, the amount S1 of hydrogen supplied to the fuel cell stack 5 based on the hydrogen flow rate sensor 10 is detected (equivalent to the amount detection means of supply hydrogen of claim 5). Moreover, the migration flow rate QM of the hydrogen transfer pump 15 serves as amount Mof hydrogen1=QM which serves as QM=Q0, namely, is transported to the second hydrogen reservoir 17 from the first hydrogen reservoir 12 by the hydrogen transfer pump 15 during QM=0 and hydrogen transfer-pump 15 actuation during a hydrogen pump 15 actuation halt by considering as the fixed flow Q 0 which defined beforehand the migration flow rate at the time of hydrogen transfer-pump actuation.

[0084]

Therefore, it is discharged from the fuel cell stack 5, and the amount of intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12 is obtained by value: S1-C1 which subtracted the amount C1 of hydrogen consumed by the fuel cell stack 5 from the amount S1 of hydrogen supplied to the fuel cell stack 5. On the other hand, since the amount of hydrogen which comes out of the first hydrogen reservoir 12 is M1 itself, the hydrogen quantity to be stored which remains in the first hydrogen reservoir 12 is obtained by S1-C1-M1. By integrating this value serially, it becomes possible to detect the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 (equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means of claim 5).

[0085]

Moreover, the first predetermined value in step S23 detects the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 by the amount sensor 19 (equivalent to the amount detection means of generations of electrical energy of claim 6) of generations of electrical energy of drawing 1, and sets it up based on this detection value based on the relation between the amount of generations of electrical energy shown in drawing 11, and the first predetermined value.

[0086]

In this case, the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 is large, namely, when the flow rate of the hydrogen supplied to the fuel cell stack 5 is large, the intact amount of hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 also becomes large, and the increment in the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 also becomes early. By setting up the first predetermined value small, for this reason, the hydrogen transfer pump 15 Start migration of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 a little early, and it prevents that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 to reach to the maximum hydrogen quantity to be stored and by which it was discharged from the fuel cell stack 5 becomes impossible. It becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 to the fuel cell stack 5 (equivalent to the hydrogen migration means of claim 6).

[0087]

Moreover, the temperature sensor 14 (equivalent to the hydrogen temperature detection means of claim 7) which shows the hydrogen temperature in the first hydrogen reservoir 12 to drawing 1 may detect the first predetermined value, and it may be set up based on this detection value based on the temperature shown in drawing 12, and the relation of the first predetermined value. When hydrogen temperature is high, the volume of hydrogen becomes large and the increment in the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 also becomes early, by setting up the first predetermined value small namely, the hydrogen transfer pump 15 Start migration of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 a little early, and it prevents that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 to reach to the maximum hydrogen quantity to be stored and by which it was discharged from the fuel cell stack 5 becomes impossible. it is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 again certainly.

[0088]

Furthermore, since the steam partial pressure contained in hydrogen becomes high and the increment in the quantity to be stored in a part for this steam and the first hydrogen reservoir 12 also becomes

early so that hydrogen temperature is high when the hydrogen discharged from the fuel cell stack 5 contains a steam, the operation effectiveness same as the above is too acquired by setting up the first predetermined value small (equivalent to the hydrogen migration means of claim 7).

[0089]

Moreover, based on the relation between the humidity shown in drawing 13 based on this detection value, and the first predetermined value, you may set up by the first predetermined value detecting the hydrogen humidity in the first hydrogen reservoir 12 by forming a humidity sensor (equivalent to the humidity detection means of claim 8) instead of the temperature sensor 14 shown in drawing 1.

[0090]

Since the steam partial pressure contained in hydrogen becomes high and the increment in the quantity to be stored in a part for this steam and the first hydrogen reservoir 12 also becomes early so that hydrogen humidity is high when hydrogen contains a steam as above-mentioned, By setting up the first predetermined value small, the hydrogen transfer pump 15 Start migration of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 a little early, and it prevents that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 to reach to the maximum hydrogen quantity to be stored and by which it was discharged from the fuel cell stack 5 becomes impossible. It becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 to the fuel cell stack 5 (equivalent to the hydrogen migration means of claim 8).

[0091]

In addition, while considering as the configuration which has the member which displaces the first hydrogen reservoir 12 according to a hydrogen quantity to be stored as shown in drawing 8, it is also possible to judge whether the conditions of step S23 are satisfied by considering as the configuration to detect whether it displaced to the location where this member is equivalent to the first predetermined value.

[0092]

drawing 8 -- setting -- 81 -- a piston and 83 switch [a seal and 84 / a coil spring and 85] a hydrogen stores dept. and 87 for a hydrogen ON appearance port and 86, and housing and 82 come out.

[0093]

In this configuration, the intact hydrogen discharged from the fuel cell stack 5 goes into the hydrogen stores dept. 86 which is the space surrounded at housing 81 and a piston 82 from the hydrogen ON appearance port 85, and hydrogen is stored here. Moreover, a seal 83 prevents that hydrogen flows into the exterior of the first hydrogen reservoir 12 in this case. If hydrogen is stored in the hydrogen stores dept. 86, a piston 82 will be depressed by down [of drawing 8] according to the hydrogen quantity to be stored.

[0094]

That is, a piston 82 serves as a member displaced according to a hydrogen quantity to be stored here. Moreover, when the piston 82 displaced, a coil spring 84 pushed and contracts to coincidence, the force of pushing a piston 82 on above [of drawing 8] is generated and the hydrogen quantity to be stored in the hydrogen stores dept. 86 decreases, a piston 82 is moved to above [of drawing 8].

[0095]

A piston 82 displaces, when it becomes the value with which a hydrogen quantity to be stored is equivalent to the first predetermined value, the height 88 attached in the piston 82 contacts a switch 87, and a switch 87 serves as ON. Moreover, at the time under of the value with which a hydrogen quantity to be stored is equivalent to the first predetermined value, the height 88 attached in the piston 82 does not contact a switch 87, but a switch 87 serves as OFF. The ON-OFF signal of a switch 87 is inputted into a control unit 20.

[0096]

Therefore, based on the ON-OFF signal of a switch 87, it enables the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 to judge whether it is beyond the first predetermined value. Although the first predetermined value is unchangeable as mentioned above in the above operation, advanced sensors are not needed but it becomes possible by taking a simple mechanical configuration to improve dependability.

[0097]

In addition, maximum hydrogen quantity-to-be-stored $V1MAX$ of the first hydrogen reservoir 12 shall be set up by the following (1) formula.

[0098]

[Equation 1]

$$V1MAX = Q1MAX \times \delta T1MAX \times C \quad \text{-- (1)}$$

It is here,

$Q1MAX$: Intact hydrogen which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5
Maximum of a flow rate

$\delta T1MAX$: The longest run length at the time of operation to which the flow rate of the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12 flows at maximum being continuously carried out from the fuel cell stack 5

C : The multiplier showing a part for a margin

That is, in the fuel cell system in the invention in this application, the operation situation is patternized to some extent, and the time amount by which operation to which the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 serves as max, i.e., operation to which the flow rate of the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12 serves as max from the fuel cell stack 5, is carried out continuously can be grasped beforehand. Moreover, the increment in the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 becomes early most in this case.

[0099]

By (1) type then, by defining maximum hydrogen quantity-to-be-stored $V1MAX$ of the first hydrogen reservoir 12 Storage of operation to which the flow rate of the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12 serves as max is certainly attained from the fuel cell stack 5 with allowances at the first hydrogen reservoir 12 in the amount ($=Q1MAX \times \delta T1MAX$) of the hydrogen discharged from the fuel cell stack 5 between the longest time amount carried out continuously. It can prevent that storage of the intact hydrogen for the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir to have reached to the maximum hydrogen quantity to be stored in all operation situations, and to have been discharged from the fuel cell stack becomes impossible (claim 17).

[0100]

Moreover, it asks for the migration flow $Q0$ of the hydrogen transfer pump 15 by the following (2) types.

[0101]

[Equation 2]

$$Q0 = V1 / \delta TM + Q1 \quad \text{-- (2)}$$

It is here,

$Q1$: The flow rate of the intact hydrogen which enters from the fuel cell stack 5 during hydrogen transfer-pump 15 actuation to the first hydrogen reservoir 12

$V1$: It is a hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 when the hydrogen transfer pump 15 carries out actuation initiation, and is the same as the first predetermined value.

δTM : Time amount which migration to the second hydrogen reservoir 17 of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 takes

Moreover, it is here,

[Equation 3]

$$V1 = V1MAX \times 0.9 \quad \text{-- (3)}$$

It assumes.

[0102]

The migration flow $Q0$ serves as (4) types from (1), (2), and (3) types.

[0103]

[Equation 4]

$$Q0 = (Q1MAX \times \delta T1MAX \times C \times 0.9) / \delta TM + Q1 \quad \text{-- (4)}$$

Longest run-length $\delta T1MAX$ at the time of generally operation to which the flow rate of the intact hydrogen which operation from which the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 serves as max does not continue for a long time, therefore goes into the first

hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 flows at maximum being continuously carried out in a commercial fuel cell car may be about 5s.

[0104]

Moreover, Margin C is set to 1.1. Moreover, after operation to which the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 serves as max continues The amount of generations of electrical energy the flow rate of the intact hydrogen which small operation continues, therefore goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 at this time for a while It is more sharply [than that maximum Q1MAX] small, and supposing it operates the hydrogen transfer pump 15 at this time, the flow Q 1 of intact hydrogen which enters from the fuel cell stack 5 during hydrogen transfer-pump 15 actuation to the first hydrogen reservoir 12 will be set to $Q1MAX \times 0.1$ here. Moreover, if time amount Δt_{TM} which migration to the second hydrogen reservoir 17 of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12 takes sets to 10s, (4) types will turn into the following (5) types.

[0105]

[Equation 5]

$$Q0 = (Q1MAX \times 5 \times 1.1 \times 0.9) / 10 + Q1MAX \times 0.1 \times Q1MAX \times 0.6 \quad (5)$$

(5) The migration flow Q 0 of a formula to the hydrogen transfer pump 15 will be good at 60 percent of the flow rate of intact hydrogen which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 of maximum Q1MAX. Like the conventional example, if it is going to supply again the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 only with a hydrogen transfer pump to the fuel cell stack 5, here Although the capacity of maximum Q1MAX of the flow rate of the intact hydrogen which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 is needed, a hydrogen transfer pump According to this invention, it ends with 60 percent of the capacity of for example, the conventional example, and the hydrogen transfer pump 15 can also miniaturize the hydrogen transfer pump itself sharply.

[0106]

Furthermore, in the conventional example, since a hydrogen transfer pump needs to adjust the migration flow rate according to change of the flow rate of the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12, i.e., change of an operation situation, from the fuel cell stack 5, operation at the maximum effectiveness point of a hydrogen transfer pump is impossible, and always has a possibility that the consumption energy at the time of hydrogen transfer-pump actuation may increase. On the other hand, in this invention, Q0 regularity is sufficient as the migration flow rate of the hydrogen transfer pump 15, and it can make small consumption energy at the time of hydrogen transfer-pump actuation by setting up so that the effectiveness in this flow rate may serve as max (12 about claim).

[0107]

Next, actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15 is explained with reference to the flow chart of drawing 3.

[0108]

At step S31, when the hydrogen transfer pump 15 judges whether it is under [actuation] ***** and is operating, it progresses to step S32, and when it is not under actuation, this processing is ended.

At step S32, the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 is detected.

[0109]

At step S33, the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 detected at step S32 judges whether it is below the minimum hydrogen quantity to be stored, and when in below the minimum hydrogen quantity to be stored progressing to step S34 and exceeding the minimum hydrogen quantity to be stored, it progresses to step S35.

At step S34, an actuation halt of the hydrogen transfer pump 15 is carried out.

[0110]

At step S35, the hydrogen quantity to be stored in the second hydrogen reservoir 17 is detected. At step S36, the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 detected at step S35 judges whether it is more than the maximum hydrogen quantity to be stored, and in more than the maximum hydrogen quantity to be stored, it progresses to step S34 and progresses to step S37 the case of under the maximum hydrogen quantity to be stored.

[0111]

At step S37, the hydrogen transfer pump 15 serves as an actuation. In the above flow chart, step S31, S33, and S34 are equivalent to the hydrogen migration means of claim 9, step S32 is equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means, step S34, S36, and S37 are equivalent to the hydrogen migration means of claim 11, and step S35 is equivalent to the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means.

[0112]

In addition, since the detection approach of the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 in step S32 is the same as that of above-mentioned drawing 2 and step S22, explanation is omitted.

[0113]

Moreover, the detection approach of the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 in step S35 As shown in the approach (equivalent to the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means of claim 3) of detecting based on the relation shown in drawing 6 based on the detection value of the pressure sensor 18 of drawing 1, and drawing 7 As a configuration which has the member which displaces the second hydrogen reservoir 17 according to a hydrogen quantity to be stored, it is the approach (equivalent to the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means of claim 4) of detecting a hydrogen quantity to be stored, and since it becomes being the same as that of the detection approach of the hydrogen quantity to be stored of the above-mentioned first hydrogen reservoir 12, explanation is omitted.

[0114]

The hydrogen transfer pump 15 will carry out an actuation halt, migration of the hydrogen from the first hydrogen reservoir 12 to the 2nd hydrogen reservoir 17 will stop, and the flow chart of drawing 3 will enable it to control the hydrogen transfer pump 15 by suitable timing, if whole-quantity migration of the hydrogen in the first hydrogen reservoir 12 is carried out mostly.

[0115]

In addition, the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 turns into the maximum hydrogen quantity to be stored, when it becomes impossible to store hydrogen more than this, the hydrogen transfer pump 15 will carry out an actuation halt, migration of the hydrogen from the first hydrogen reservoir 12 to the second hydrogen reservoir 17 will stop, and it becomes possible to control the hydrogen transfer pump 15 by too suitable timing.

[0116]

Moreover, you may make it stop migration of the hydrogen which migration of the hydrogen which carried out actuation initiation of the hydrogen transfer pump 15, and was stored in the first hydrogen reservoir 12 was started, and after the predetermined time progress defined based on the first predetermined value and the hydrogen transfer pump 15 carried out an actuation halt, and was stored in the first hydrogen reservoir 12 instead of steps S32-S34 of drawing 3, so that it may explain below. Namely, time amount ΔT_M required in order to carry out whole-quantity migration of the hydrogen quantity to be stored which becomes settled in the first predetermined value V1 from (2) types,

[Equation 6]

$$\Delta T_M = V1 / (Q0 - Q1) \quad \text{-- (6)}$$

If whole-quantity migration of the hydrogen in the first hydrogen reservoir 12 is mostly carried out by making into the above-mentioned predetermined time time amount ΔT_M calculated by the next door and (6) formulas, the hydrogen transfer pump 15 will carry out an actuation halt, migration of the hydrogen from the first hydrogen reservoir 12 to the second hydrogen reservoir 17 will stop, and it will become possible to control the hydrogen transfer pump 15 by suitable timing (equivalent to the hydrogen migration means of claim 10).

[0117]

Moreover, the maximum hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 is set up more than the maximum hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12, and an EQC. It enables this to store certainly the hydrogen transported from the first hydrogen reservoir 12 in the second hydrogen reservoir 17.

[0118]

Next, control of a shut off valve 16 is explained with reference to the flow chart of drawing 4 .

[0119]

At step S41, the hydrogen quantity to be stored in the second hydrogen reservoir 17 is detected. At step S42, the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 detected at step S41 judges whether it is more than the minimum hydrogen quantity to be stored, and in more than the minimum hydrogen quantity to be stored, it progresses to step S43 and progresses to step S45 the case of under the minimum hydrogen quantity to be stored.

[0120]

At step S43, when progressing to step S44 when judging and generating whether it generates electricity by the fuel cell stack 5, and not generating electricity, it progresses to step S45.

Let a shut off valve 16 be open at step S44.

Let a shut off valve 16 be close at step S45.

[0121]

In the above flow chart, step S41 is equivalent to the second hydrogen quantity-to-be-stored detection means, and steps S42-S45 are equivalent to the hydrogen flow rate control means of claim 13. Moreover, since the detection approach of the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 in step S41 is the same as that of above-mentioned drawing 3 and step S35, explanation is omitted.

[0122]

Only when it is required to store hydrogen in the second hydrogen reservoir 17 by the flow chart of drawing 4 , and to be in the condition which can be supplied to the fuel cell stack 5, to generate electricity by the fuel cell stack 5, namely, to supply hydrogen to the fuel cell stack 5, it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17, and to supply again the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 to the fuel cell stack 5 to suitable timing.

[0123]

Here, the modification of the 1st operation gestalt is explained. This opening is enlarged, so that the shut off valve 16 in drawing 1 is good also as an adjustable valve 26 which makes opening adjustable as shown in drawing 14 , and the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 is large as shown in drawing 15 , and the flow rate of the hydrogen which the fuel cell stack 5 takes is large as a modification 1. The flow rate of the hydrogen supplied to the fuel cell stack 5 increases according to the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir by this, and the hydrogen stored in the second hydrogen reservoir 17 is consumed promptly. This sake, It becomes possible to store the hydrogen transported from the next first hydrogen reservoir 12, and it becomes possible to supply certainly again the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 to a generation-of-electrical-energy means.

[0124]

Furthermore, the fixed diaphragm 46 shown in drawing 17 may be used as a modification 2 as the check valve 36 shown in drawing 16 instead of or a modification 3. [the shut off valve 16 in drawing 1]

[0125]

it is discharged from the fuel cell stack 5, without supplying hydrogen to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17, and performing special control, if hydrogen is stored in the second hydrogen reservoir 17 in these cases, the internal pressure of the second hydrogen reservoir 17 rises and it becomes higher than the internal pressure of the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 again certainly.

[0126]

The flow rate of the hydrogen which prevents that the hydrogen supplied from the hydrogen flow control valve 9 goes into the second hydrogen reservoir 17 by the check valve 36, and becomes possible [storing certainly the hydrogen transported from the first hydrogen reservoir 12] further here, and is supplied to the fuel cell stack 5 by the fixed diaphragm 46 from the second hydrogen reservoir 17 is set up, and it becomes possible to improve the controllability of the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5.

[0127]

In addition, in drawing 16 and drawing 17, although the check valve 36 and the fixed diaphragm 46 are respectively used according to the individual, both may be connected to a serial and you may use for coincidence.

[0128]

Next, control of the hydrogen flow control valve 9 is explained with reference to the flow chart of drawing 5.

At step S51, when progressing to step S52 when judging and generating whether it generates electricity by the fuel cell stack 5, and not generating electricity, it progresses to step S54.

[0129]

At step S52, it judges whether hydrogen is supplied to the fuel cell stack 5 from whether the shut off valve 16 is open and the second hydrogen reservoir 17, and when a shut off valve 16 is open, it progresses to step S53 and, in a close case, progresses to step S55.

[0130]

At step S53, when it judges whether it is below the amount of predetermined generations of electrical energy, and in below the amount of predetermined generations of electrical energy the target amount of generations of electrical energy progresses to step S54 and exceeds the amount of predetermined generations of electrical energy, it progresses to step S55.

At step S54, the hydrogen flow control valve 9 does not supply hydrogen to the fuel cell stack 5 through close [9], i.e., a hydrogen flow control valve.

At step S55, the hydrogen flow control valve 9 supplies hydrogen to the fuel cell stack 5 through the hydrogen flow control valve 9 as open.

[0131]

In the above flow chart, steps S51-S55 are equivalent to claim 16.

[0132]

In addition, although it judged whether hydrogen would be supplied to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17 by whether the shut off valve 16 is open at step S52 For example, when it is the configuration which does not have a shut off valve like drawing 16 or drawing 17, the hydrogen quantity to be stored of the second hydrogen reservoir 17 may judge whether it is more than the minimum hydrogen quantity to be stored, and, in more than the minimum hydrogen quantity to be stored, may judge that hydrogen is supplied to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17.

[0133]

moreover, the amount [in / in the amount of predetermined generations of electrical energy in step S53 / the fuel cell stack 5] of generations of electrical energy is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- hydrogen is set as the flow rate at the time of supplying the fuel cell stack 5 again, and the amount of generations of electrical energy which can be covered with the flow rate of the hydrogen supplied to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17 here.

[0134]

Therefore, according to this flow chart, hydrogen is supplied to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17. In and the case of below the amount of generations of electrical energy which can be covered with the flow rate at the time of the amount of generations of electrical energy made into the target in the fuel cell stack 5 supplying again the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 to the fuel cell stack 5 at this time In order that the hydrogen flow control valve 9 may not supply hydrogen to the fuel cell stack 5 through the hydrogen flow control valve 9 as close, Superfluous hydrogen is not supplied to the fuel cell stack 5, and a suitable flow rate is supplied certainly and becomes possible [improving the controllability of the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5].

[0135]

moreover, it is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- by consuming hydrogen promptly, it becomes possible to store the hydrogen in the next first hydrogen reservoir 12 or the next second hydrogen reservoir 17, and is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 again certainly.

[0136]

in addition, the amount of generations of electrical energy made into the target in the fuel cell stack 5

is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- when exceeding the amount of generations of electrical energy which can provide hydrogen with the flow rate at the time of supplying the fuel cell stack 5 again, while supplying hydrogen to the fuel cell stack 5 from the second hydrogen reservoir 17, the hydrogen flow control valve 9 supplies hydrogen to the fuel cell stack 5 through the hydrogen flow control valve 9 as open, and generates electricity by the fuel cell stack 5.

[0137]

By the configuration described above, the intact hydrogen to be discharged from the fuel cell stack 5 once When it is detected that stored in the first hydrogen reservoir 12 and the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 reached to the first predetermined value, The hydrogen transfer pump 15 starts migration to the second hydrogen reservoir 17 of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12. Moreover, by controlling the flow rate at the time of supplying the hydrogen stored in the second hydrogen reservoir 17 through the shut off valve 16 to the fuel cell stack 5 It is not concerned with the flow rate of the hydrogen supplied through the operation situation 9, i.e., the hydrogen flow control valve, of the fuel cell stack 5. it is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 again through the second hydrogen reservoir 17 and a shut off valve 16 certainly.

[0138]

Moreover, the need of the hydrogen transfer pump 15 of making it always operating is lost, and serially, since unnecessary and simple control is sufficient also as the control according to the amount of hydrogen of an intact part, its endurance improves the dependability of the hydrogen transfer pump 15.

[0139]

furthermore, intact -- a part -- intact according to the operation situation of the fuel cell stack 5, since it is possible to control the flow rate by the shut off valve 16 in case hydrogen is again supplied to a fuel cell stack -- a part -- the supply flow rate to the fuel cell stack 5 of hydrogen can be adjusted, and the controllability of the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 improves.

[0140]

[The 2nd operation gestalt]

The 2nd operation gestalt is a fuel cell system corresponding to invention given in claims 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, and 16, the configuration is a configuration of having omitted the shut off valve 16, the second hydrogen reservoir 17, and the pressure sensor 18 from the configuration of drawing 1 as shown in drawing 18 , and since a configuration and an operation of the component which has attached the same number as drawing 1 become the same as that of drawing 1 , explanation is omitted.

[0141]

Next, an operation is explained.

About actuation initiation control of the hydrogen transfer pump 15, among the operations in the 2nd operation gestalt It removes that the migration flow rate of the hydrogen transfer pump 15 considers as the flow rate by which the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 is equivalent to idle operation. Since the same is said of the configuration and operation which is the same operation as the 1st operation gestalt shown in drawing 2 , and is equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means of claims 3 and 4, and the hydrogen migration means of claims 6, 7, 8, and 12, explanation is omitted.

[0142]

Next, actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15 in the 2nd operation gestalt is explained with reference to the flow chart of drawing 19 .

At step S191, when the hydrogen transfer pump 15 judges whether it is under [actuation] ***** and is operating, it progresses to step S192, and when it is not under actuation, this processing is ended.

[0143]

At step S192, the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12 is detected. At step S193, the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 detected at step S192

judges whether it is below the minimum hydrogen quantity to be stored, and when in below the minimum hydrogen quantity to be stored progressing to step S194 and exceeding the minimum hydrogen quantity to be stored, it progresses to step S195.

[0144]

At step S194, an actuation halt of the hydrogen transfer pump 15 is carried out.

At step S195, the hydrogen transfer pump 15 serves as an [actuation].

In the above flow chart, steps S191, S193, S194, and S195 are equivalent to the hydrogen migration means of claim 9, and step S192 is equivalent to the first hydrogen quantity-to-be-stored detection means. In addition, since the detection approach of the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 in step S192 is the same as that of the above-mentioned 1st operation gestalt, explanation is omitted.

[0145]

Moreover, migration of the hydrogen which carried out actuation initiation of the hydrogen transfer pump 15, and was stored in the first hydrogen reservoir 12 instead of steps S192-S194 of drawing 19 is started. It may be made to stop the migration of hydrogen to which the hydrogen transfer pump 15 carried out an actuation halt, and was stored in the first hydrogen reservoir 12 after the predetermined time progress defined based on the first predetermined value, and about the detail, since it is the same as that of the 1st operation gestalt, explanation is omitted (equivalent to the hydrogen migration means of claim 10).

[0146]

it is discharged from the fuel cell stack 5 by the above operation -- intact -- a part -- by carrying out actuation initiation of the hydrogen transfer pump 15, when hydrogen is once stored in the first hydrogen reservoir 12 and the hydrogen quantity to be stored of the first hydrogen reservoir 12 reaches to the first predetermined value it is not concerned with the flow rate of the hydrogen supplied, the operation situation 9, i.e., the hydrogen flow control valve, of the fuel cell stack 5, but is discharged from the fuel cell stack 5 -- intact -- a part -- it becomes possible to supply hydrogen to the fuel cell stack 5 again certainly. Moreover, the need of the hydrogen transfer pump 15 of making it always operating is lost, and serially, since unnecessary and simple control is sufficient also as the control according to the amount of hydrogen of an intact part, its dependability and endurance of the hydrogen transfer pump 15 improve.

[0147]

Moreover, if whole-quantity migration of the hydrogen in the first hydrogen reservoir 12 is carried out mostly, the hydrogen transfer pump 15 will carry out an actuation halt, migration of the hydrogen from the first hydrogen reservoir 12 to the fuel cell stack 5 will stop, and it will become possible to control the hydrogen transfer pump 15 by suitable timing.

[0148]

Moreover, since the flow rate by which the flow rate of the hydrogen by which, as for the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5, the time of idle operation should be supplied to min 5, i.e., a fuel cell stack, is equivalent to idle operation serves as min, the hydrogen of an intact part will be supplied by the minimum discharge which the fuel cell stack 5 takes with the hydrogen transfer pump 15. Therefore, the hydrogen supplied to the fuel cell stack 5 by the hydrogen transfer pump 15 does not become superfluous at the fuel cell stack 5, and it is not concerned with the operation situation of the fuel cell stack 5, but becomes transportable to the fuel cell stack 5 of the hydrogen stored in the first hydrogen reservoir 12.

[0149]

Furthermore, since the minimum flow rate equivalent to idle operation is sufficient as the flow rate at the time of transporting hydrogen with the hydrogen transfer pump 15, it can make small consumption energy by the hydrogen transfer pump 15.

[0150]

In the case of the gestalt of this operation, in addition, migration flow Q_0' of the hydrogen transfer pump 15 It is the flow rate by which the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 is equivalent to idle operation. So that the intact hydrogen content included in the first hydrogen reservoir 12 may also have allowances and can store them from the fuel cell stack 5 during hydrogen transfer-pump 15 actuation, since migration of the hydrogen stored in the first hydrogen

reservoir 12 takes time amount Maximum hydrogen quantity-to-be-stored V1MAX' of the first hydrogen reservoir 12 is defined as follows.

[0151]

[Equation 7]

$$V1MAX' = V1' \times C' \quad \text{-- (7)}$$

$$V1' = Q0' \times \Delta TM' \quad \text{-- (8)}$$

It is here,

Q0' : Migration flow rate of the hydrogen transfer pump 15 in the 2nd operation gestalt

deltaTM' : Hydrogen transfer-pump 15 operating time

V1' : Amount of the hydrogen transported between hydrogen transfer-pump 15 operating-time deltaTM'

C' : Multiplier showing a part for a margin

Moreover, deltaTM' is taken as the value with which following the (9) type is filled.

[0152]

[Equation 8]

$$Q1M = \int_t^{t + \Delta TM'} \frac{Q1'(t) dt}{\Delta TM'} \quad \dots (9)$$

$$Q0' \geq Q1M$$

Q1M : 水素移送ポンプ15作動時間 $\Delta TM'$ の間に、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量の平均値

Q1'(t) : 燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量を時間の関数として表したもの

t : 時間

Flow Q1 of intact hydrogen' (t) which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 can be grasped in advance as a function of time amount as what was patternized to some extent.

[0153]

Moreover, as the 1st operation gestalt also described, generally operation from which the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 serves as max does not already continue for a long time. Namely, the rate that the flow rate of the intact hydrogen which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 flows at maximum to the generating duration of the fuel cell stack 5 is small. The rate that the flow rate of the intact hydrogen to which the amount of generations of electrical energy goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 with idle operation extent on the other hand is a very small value is large.

[0154]

In the time amount width of face of deltaTM' temporarily shown in (9) types here the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 Max, Namely, in deltaT1MAX, the condition that the flow rate of the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12 serves as maximum Q1MAX from the fuel cell stack 5 continues. Supposing the flow rate of the intact hydrogen to which time amount other than this (deltaTM'-deltaT1MAX) goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 by idle operational status is minimum value Q1MIN, Q1' (t)

will be expressed with a degree (10) formula.

[0155]

[Equation 9]

$$Q1'(t) = Q1MAX \quad (0 \leq t < T1MAX) \quad \text{-- (10)}$$

$$Q1'(t) = Q1MIN \quad (\Delta T1MAX \leq t < \Delta TM') \quad \text{-- (10)}$$

In addition, suppose that it is migration flow $Q0' > Q1MIN$ of the hydrogen transfer pump 15.

[0156]

Then, average $Q1M$ of the flow rate of intact hydrogen which go into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 shown in (9) types are expressed with a degree (11) formula.

[0157]

[Equation 10]

$$Q1M = (Q1MAX \times \Delta T1MAX + Q1MIN \times (\Delta TM' - \Delta T1MAX)) / \Delta TM' \quad \text{-- (11)}$$

The rate that the flow rate of the intact hydrogen which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 flows at maximum to the generating duration of the fuel cell stack 5 here, from a small thing $\Delta T1MAX / \Delta TM'$ approaches 0 and, on the other hand, $(\Delta TM' - \Delta T1MAX) / \Delta TM'$ approaches 1, so that $\Delta T1MAX / \Delta TM'$ becomes a small value and time amount width-of-face $\Delta TM'$ is enlarged, when large time amount width-of-face $\Delta TM'$ is taken. therefore -- this -- by enlarging time amount width-of-face $\Delta TM'$, average $Q1M$ become a small value and approach $Q1MIN$.

[0158]

From this, $\Delta TM'$ is set beyond a certain value, and they are (9) types. $Q0' \geq Q1M$ The following (12) types are materialized from (8) types by $\Delta TM'$ which will fill and fills a ** (9) type.

[0159]

[Equation 11]

$$V1' = Q0' \times \Delta TM' \geq Q1M \times \Delta TM' \quad \text{-- (12)}$$

$V1'$ is the amount of the hydrogen transported between hydrogen transfer-pump 15 operating-time $\Delta TM'$, and, on the other hand, right-hand-side $Q1M \times \Delta TM'$ of (12) types is the amount of the intact hydrogen which goes into the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 between hydrogen transfer-pump 15 operating-time $\Delta TM'$. Therefore, it means that the amount of the intact hydrogen from which (12) types enter from the fuel cell stack 5 between hydrogen transfer-pump 15 operating-time $\Delta TM'$ to the first hydrogen reservoir 12 is certainly transportable with the hydrogen transfer pump 15.

[0160]

Moreover, (7) types enable it to store certainly the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12 from the fuel cell stack 5 by defining maximum hydrogen quantity-to-be-stored $V1MAX'$ of the first hydrogen reservoir 12.

[0161]

In addition, maximum hydrogen quantity-to-be-stored $V1MAX'$ of the first hydrogen reservoir 12 fills a degree type (13) from (7), (8), (11), and (12) types.

[0162]

[Equation 12]

$$\begin{aligned} V1MAX' &= V1' \times C' \geq Q1M \times \Delta TM' \times C' \\ &= (Q1MAX \times \Delta T1MAX + Q1MIN \\ &\quad \times (\Delta TM' - \Delta T1MAX)) \times C' \quad \dots (13) \end{aligned}$$

Maximum hydrogen quantity-to-be-stored $V1MAX'$ of the first hydrogen reservoir 12 in the gestalt of this operation here (1) If each margin part C and C' assume that it is equal in comparison with maximum hydrogen quantity-to-be-stored $V1MAX$ of the first hydrogen reservoir 12 in the 1st operation gestalt defined by the formula (13) Since $Q1MAX \times \Delta T1MAX \times C'$ in the right-hand side of a formula becomes equal to $V1MAX$, $V1MAX' \geq V1MAX$ will be materialized.

[0163]

moreover, the amount V_1 of the hydrogen transported between operating time $\Delta T_{TM}'$ of the hydrogen transfer pump 15, the hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir 12, i.e., first predetermined value, in case the hydrogen transfer pump 15 carries out actuation initiation, -- ' - an EQC -- or it is good to set up smaller. Thereby, the first hydrogen reservoir 12 can consider a part for margin C' as a part for allowances certainly at least, and it becomes possible from the fuel cell stack 5 to store certainly the intact hydrogen included in the first hydrogen reservoir 12.

[0164]

moreover, about control of the hydrogen flow control valve 9 equivalent to claim 16 If it checks whether the hydrogen transfer pump 15 is operating step S52 in drawing 5 of the 1st operation gestalt and is under actuation, it will change to S53 so that it may progress to S55, if it does not operate, And except the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 setting the amount of predetermined generations of electrical energy in step S53 as the amount of generations of electrical energy which can be covered with the migration flow rate of the hydrogen transfer pump 15, since it is the same operation effectiveness, explanation is omitted.

[0165]

In addition, in each operation gestalt explained above, although what was stored in the hydrogen tank 7 was used for the hydrogen supplied to the fuel cell stack 5, the hydrogen which reformed and generated hydrocarbon system Hara fuels, such as not only this but a methanol and a gasoline, with the reforming vessel may be used for it.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole system chart showing the configuration of the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] It is a flow chart showing the actuation initiation control of the hydrogen transfer pump 15 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 3] It is a flow chart showing the actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 4] It is a flow chart showing the control of a shut off valve 16 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 5] It is a flow chart showing the control of the hydrogen flow control valve 9 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 6] It is drawing showing the pressure and hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir or the second hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the first hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt, or the second hydrogen reservoir.

[Drawing 8] It is drawing showing the configuration of the first hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt, or the second hydrogen reservoir.

[Drawing 9] It is drawing showing the variation rate and hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir or the second hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt.

[Drawing 10] It is drawing showing the relation between the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 of the 1st operation gestalt, and the amount of consumption hydrogen.

[Drawing 11] It is drawing showing the setting approach of the first predetermined value of the 1st operation gestalt.

[Drawing 12] It is drawing showing the setting approach of the first predetermined value of the 1st operation gestalt.

[Drawing 13] It is drawing showing the setting approach of the first predetermined value of the 1st operation gestalt.

[Drawing 14] It is the whole system chart showing the configuration of the modification 1 of the 1st operation gestalt.

[Drawing 15] It is drawing showing the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 in the modification 1 of the 1st operation gestalt, and the relation of the opening of a shut off valve 26.

[Drawing 16] It is the whole system chart showing the configuration of the modification 2 of the 1st operation gestalt.

[Drawing 17] It is the whole system chart showing the configuration of the modification 3 of the gestalt 1 of operation.

[Drawing 18] It is the whole system chart showing the configuration of the 2nd operation gestalt.

[Drawing 19] It is carried out within the control unit of the 2nd operation gestalt. It is a flow chart showing actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15.

[Description of Notations]

- 1 Filter
 - 2 Compressor
 - 3 Air Flow Rate Sensor
 - 4 Pressure Sensor
 - 5 Fuel Cell Stack
 - 6 Pressure Control Valve
 - 7 Hydrogen Tank
 - 8 Pressure Regulator
 - 9 Hydrogen Flow Control Valve
 - 10 Hydrogen Flow Rate Sensor
 - 11 Pressure Sensor
 - 12 First Hydrogen Reservoir
 - 13 Pressure Sensor
 - 14 Temperature Sensor
 - 15 Hydrogen Transfer Pump
 - 16 Shut Off Valve
 - 17 Second Hydrogen Reservoir
 - 18 Pressure Sensor
 - 19 The Amount Sensor of Generations of Electrical Energy
 - 20 Control Unit
-

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole system chart showing the configuration of the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] It is a flow chart showing the actuation initiation control of the hydrogen transfer pump 15 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 3] It is a flow chart showing the actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 4] It is a flow chart showing the control of a shut off valve 16 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 5] It is a flow chart showing the control of the hydrogen flow control valve 9 performed within the control unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 6] It is drawing showing the pressure and hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir or the second hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the first hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt, or the second hydrogen reservoir.

[Drawing 8] It is drawing showing the configuration of the first hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt, or the second hydrogen reservoir.

[Drawing 9] It is drawing showing the variation rate and hydrogen quantity to be stored in the first hydrogen reservoir or the second hydrogen reservoir of the 1st operation gestalt.

[Drawing 10] It is drawing showing the relation between the amount of generations of electrical energy in the fuel cell stack 5 of the 1st operation gestalt, and the amount of consumption hydrogen.

[Drawing 11] It is drawing showing the setting approach of the first predetermined value of the 1st operation gestalt.

[Drawing 12] It is drawing showing the setting approach of the first predetermined value of the 1st operation gestalt.

[Drawing 13] It is drawing showing the setting approach of the first predetermined value of the 1st operation gestalt.

[Drawing 14] It is the whole system chart showing the configuration of the modification 1 of the 1st operation gestalt.

[Drawing 15] It is drawing showing the amount of generations of electrical energy of the fuel cell stack 5 in the modification 1 of the 1st operation gestalt, and the relation of the opening of a shut off valve 26.

[Drawing 16] It is the whole system chart showing the configuration of the modification 2 of the 1st operation gestalt.

[Drawing 17] It is the whole system chart showing the configuration of the modification 3 of the gestalt 1 of operation.

[Drawing 18] It is the whole system chart showing the configuration of the 2nd operation gestalt.

[Drawing 19] It is carried out within the control unit of the 2nd operation gestalt. It is a flow chart showing actuation halt control of the hydrogen transfer pump 15.

[Description of Notations]

1 Filter

2 Compressor

3 Air Flow Rate Sensor

4 Pressure Sensor
5 Fuel Cell Stack
6 Pressure Control Valve
7 Hydrogen Tank
8 Pressure Regulator
9 Hydrogen Flow Control Valve
10 Hydrogen Flow Rate Sensor
11 Pressure Sensor
12 First Hydrogen Reservoir
13 Pressure Sensor
14 Temperature Sensor
15 Hydrogen Transfer Pump
16 Shut Off Valve
17 Second Hydrogen Reservoir
18 Pressure Sensor
19 The Amount Sensor of Generations of Electrical Energy
20 Control Unit

[Translation done.]

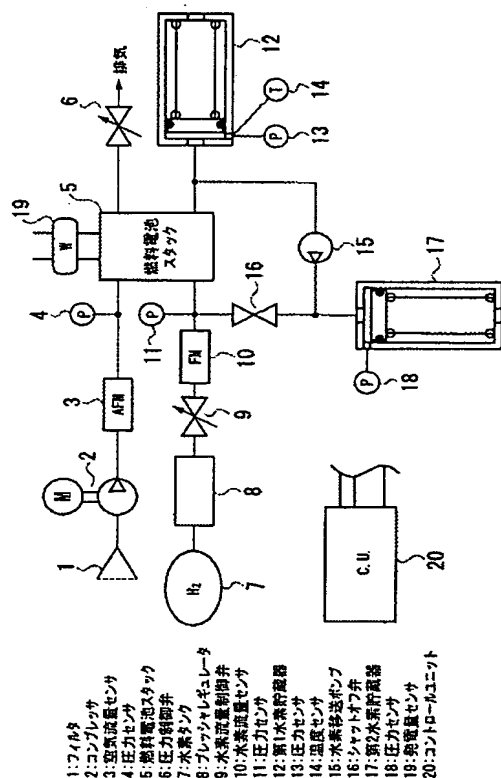
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

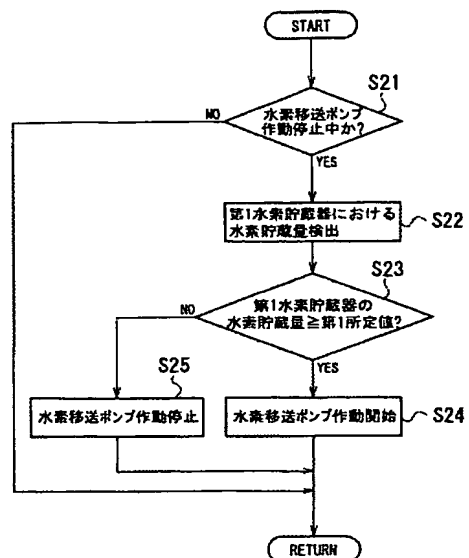
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. ***** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

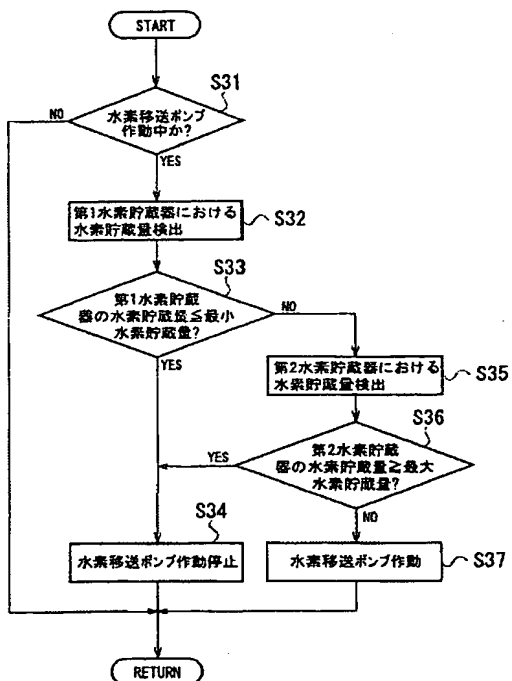
[Drawing 1]



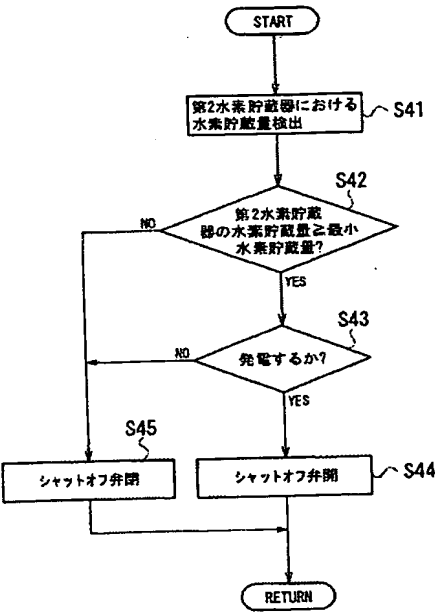
[Drawing 2]



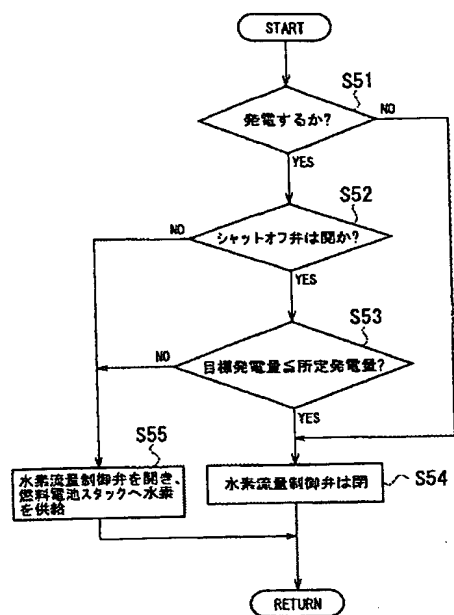
[Drawing 3]



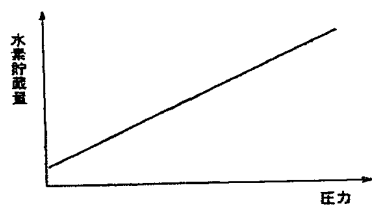
[Drawing 4]



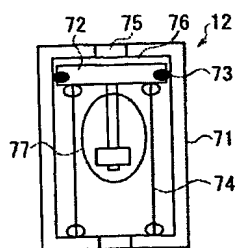
[Drawing 5]



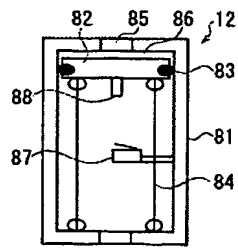
[Drawing 6]



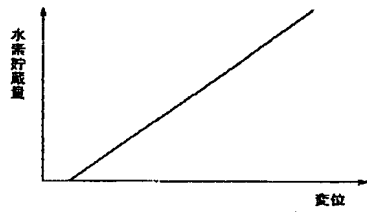
[Drawing 7]



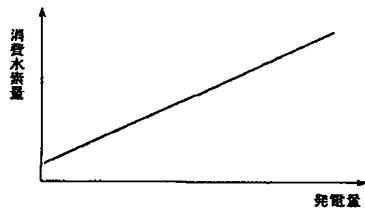
[Drawing 8]



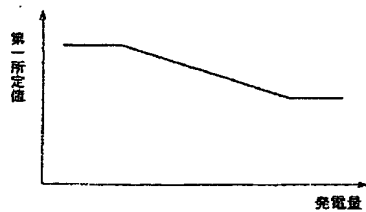
[Drawing 9]



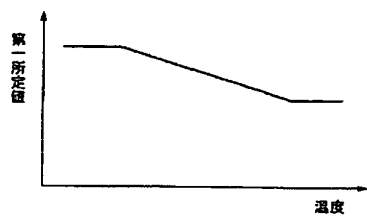
[Drawing 10]

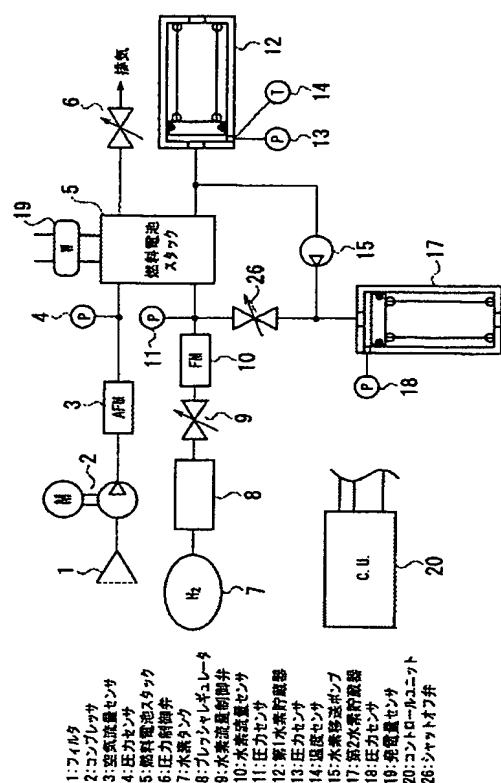


[Drawing 11]

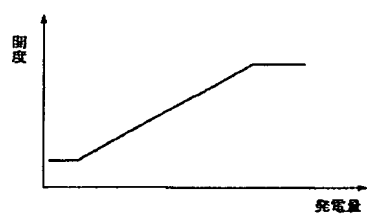


[Drawing 12]

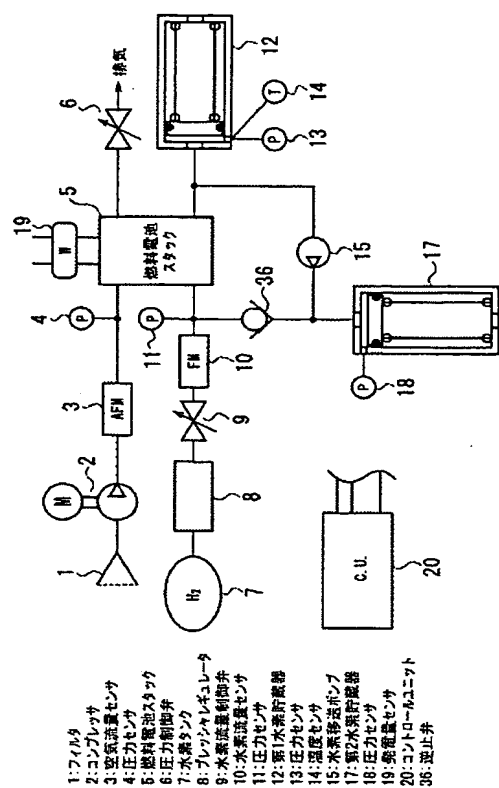
[Drawing 13][Drawing 14]



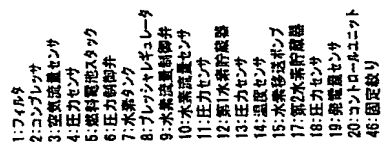
[Drawing 15]



[Drawing 16]



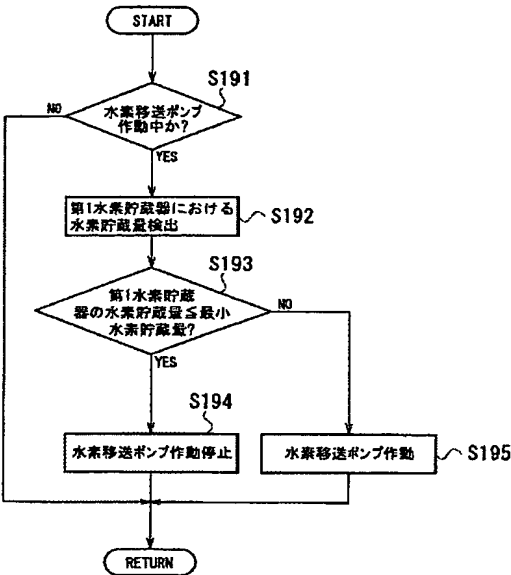
[Drawing 17]



1:フィルタ
2:コンプレッサ
3:空気流量センサ
4:圧力センサ
5:燃料電池スタック
6:圧力制御弁
7:水素タンク
8:プレヒータ/ヒータ
9:水素流量制御弁
10:水素流量センサ
11:圧力センサ
12:第1水素貯蔵器
13:圧力センサ
14:温度センサ
15:水素貯蔵タンク
16:温度センサ
17:水素流量センサ
18:圧力センサ
19:水素流量センサ
20:コントローラ/モニタ

- 1: フィルタ
- 2: ユニプレッサ
- 3: 空気流量センサ
- 4: 圧力センサ
- 5: 燃料電池スタック
- 6: 圧力制御弁
- 7: 水素タンク
- 8: 水素流レギュレータ
- 9: 水素流量制御弁
- 10: 水素流量センサ
- 11: 圧力センサ
- 12: 第1水素貯蔵罐
- 13: 圧力センサ
- 14: 温度センサ
- 15: 水素移送ポンプ
- 16: 温度センサ
- 17: 発電モジュール
- 18: 燃料電池スタック
- 19: 燃料電池スタック
- 20: コンترلユニット

[Drawing 19]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-31234

(P2004-31234A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷

H01M 8/04

H01M 8/06

F I

H01M 8/04

H01M 8/04

H01M 8/06

J

P

B

テーマコード(参考)

5H027

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2002-188378 (P2002-188378)
 (22) 出願日 平成14年6月27日(2002.6.27)

(71) 出願人 00003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100068342
 弁理士 三好 保男
 (74) 代理人 100100712
 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
 (74) 代理人 100087365
 弁理士 栗原 彰
 (74) 代理人 100100929
 弁理士 川又 澄雄
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和

最終頁に続く

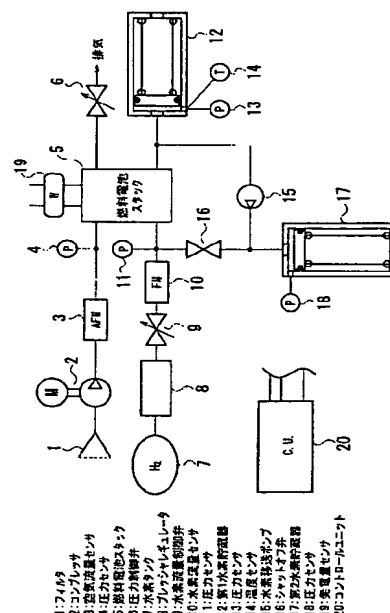
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックから排出される未使用分の水素を再度燃料電池スタックへ循環するための消費エネルギーを抑制できる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池スタック5から排出される未使用分の水素を第一水素貯蔵器12に貯蔵する。第一水素貯蔵器12の貯蔵量を圧力センサ13及び温度センサ14の検出値の基づいて検出し、貯蔵量が第一所定値に達したら、水素移送ポンプ15で第一水素貯蔵器12から第二水素貯蔵器17へ移送する。第二水素貯蔵器17に移送した水素は、シャットオフ弁16を介して燃料電池スタック5へ供給する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気を供給する空気供給手段と、
水素を供給する水素供給手段と、
供給された空気と水素とを基に発電する発電手段と、
該発電手段から排出される未使用分の水素を貯蔵する第一水素貯蔵手段と、
第一水素貯蔵手段から移送された水素を貯蔵する第二水素貯蔵手段と、
第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素を、第二水素貯蔵手段へ移送する水素移送手段と、
第二水素貯蔵手段から前記発電手段へ供給される水素の流量を制御する水素流量制御手段と、
第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出する第一水素貯蔵量検出手段と、
第二水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出する第二水素貯蔵量検出手段と、を有し、
前記水素移送手段は、第一水素貯蔵量検出手段の検出結果が第一所定値に達した場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の第二水素貯蔵手段への移送を開始することを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項 2】

空気を供給する空気供給手段と、
水素を供給する水素供給手段と、
供給された空気と水素とを基に発電する発電手段と、
該発電手段から排出される未使用分の水素を貯蔵する第一水素貯蔵手段と、
第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素を、前記発電手段へ移送する水素移送手段と、
第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出する第一水素貯蔵量検出手段と、を有し、
前記水素移送手段は、第一水素貯蔵量検出手段の検出結果が第一所定値に達した場合、前記発電手段における発電量がアイドル運転に相当する流量で、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の前記発電手段への移送を開始することを特徴とする燃料電池システム。

20

【請求項 3】

第一水素貯蔵量検出手段又は第二水素貯蔵量検出手段は、各々、第一水素貯蔵手段又は第二水素貯蔵手段における圧力を検出し、予め求めた圧力と水素貯蔵量との関係に基づいて、前記水素貯蔵量を検出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

30

【請求項 4】

第一水素貯蔵手段又は第二水素貯蔵手段は、水素貯蔵量に応じて変位する可動部材を有する構成であり、第一水素貯蔵量検出手段又は第二水素貯蔵量検出手段は、各々における前記可動部材の変位を検出し、予め求めた前記可動部材の変位と水素貯蔵量との関係に基づいて、前記水素貯蔵量を検出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

第一水素貯蔵量検出手段は、
前記発電手段における発電量を検出し、該発電量に基づいて前記発電手段で消費した水素量を検出する消費水素量検出手段と、
前記発電手段へ供給された水素量を検出する供給水素量検出手段と、
第一水素貯蔵手段から移送される水素量を検出する移送水素量検出手段と、
を有し、
前記消費水素量検出手段の検出結果と前記供給水素量検出手段の検出結果と前記移送水素量検出手段の検出結果とに基づき、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

40

【請求項 6】

前記水素移送手段は、前記発電手段における発電量を検出する発電量検出手段を有し、
該発電量検出手段の検出結果が大きいほど、第一所定値を小さく設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

50

【請求項 7】

前記水素移送手段は、第一水素貯蔵手段における水素温度を検出する水素温度検出手段を有し、

該水素温度検出手段の検出結果が高いほど、第一所定値を小さく設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

前記水素移送手段は、第一水素貯蔵手段における水素湿度を検出する水素湿度検出手段を有し、

該水素湿度検出手段の検出結果が高いほど、第一所定値を小さく設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

10

【請求項 9】

前記水素移送手段は、第一水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第一水素貯蔵手段における最小水素貯蔵量以下となった場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記水素移送手段は、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を開始後、所定時間経過すると、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 11】

前記水素移送手段は、第二水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第二水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量以上となった場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

20

【請求項 12】

前記水素移送手段は、予め定めた一定の流量で第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を行うことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 13】

前記水素流量制御手段は、第二水素貯蔵手段と前記発電手段との間の流路を開閉する構成を有し、第二水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第二水素貯蔵手段の最小水素貯蔵量以上かつ前記発電手段で発電する場合、前記流路を開、その他の場合は前記流路を閉とすることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

30

【請求項 14】

前記水素流量制御手段は、前記流路が開の場合、前記発電手段の発電量に基づいて、前記流路の開度を変更することを特徴とする請求項 13 記載の燃料電池システム。

【請求項 15】

前記水素流量制御手段は、第二水素貯蔵手段と前記発電手段との間の流路において、第二水素貯蔵手段から前記発電手段への流れのみを許容する逆止弁、又は、前記流路の開度を設定する固定絞り、の少なくとも一つであることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 16】

第一水素貯蔵手段から移送された水素が前記発電手段に送られている場合において、前記発電手段における発電量が所定発電量以下の場合、前記水素供給手段から前記発電手段への水素の供給を中止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システム。

40

【請求項 17】

第一水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量は、前記発電手段から排出される未使用水素の最大流量と該最大流量の最長継続時間との積によって決まる量以上に設定することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 18】

第一水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量は、前記水素移送ポンプ作動時間の間に前記発電手段から排出される未使用水素流量の平均値と、前記水素移送ポンプ作動時間との積によって

50

決まる値以上に設定することを特徴とする請求項2記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気と水素とを基に発電する燃料電池システムに関し、特に燃料電池スタックから排出される未使用分の水素を再度燃料電池スタックへ供給する水素循環機能を備えた燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池スタックから排出される未使用分の水素を再度燃料電池スタックへ供給する従来の燃料電池システムとしては、例えば、特開平9-213353号公報（以下、第1従来技術）がある。

【0003】

この第1従来技術では、燃料電池（本発明における燃料電池スタックに相当）の燃料極から排出される排出ガス（本発明における未使用分の水素に相当）をエゼクタポンプを用いて再循環させ、新たに供給される燃料（本発明における水素に相当）と混合して燃料電池の燃料極に供給して発電する技術が開示されている。

【0004】

また、特開平7-240220号公報（以下、第2従来技術）では、燃料電池本体（本発明における燃料電池スタックに相当）から排出された残存水素（本発明における未使用分の水素に相当）を、循環ポンプを利用して燃料電池本体の水素供給ラインに戻す技術が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ここで第1従来技術に示されるようなエゼクタポンプを用いた燃料循環システムは、エゼクタポンプに新たに燃料を供給すると、供給される燃料の流量（以下供給流量）に応じた流量の排出ガスがエゼクタポンプに吸い上げられ、再循環し燃料電池に供給されるものであり、特に複雑な制御やエネルギーを必要とせず、排出ガスの再循環が可能となる。

【0006】

しかしながら、供給流量の変化幅によっては、エゼクタポンプ固有の特性により、再循環される排出ガス流量が低下するという問題点がある。すなわち、エゼクタポンプは、供給流量がある定格値となった時、再循環される排出ガス流量を確保するように設計すると、供給流量が該定格値から離れるにつれて、再循環される排出ガス流量が低下する特性を持つ。

【0007】

仮に、供給流量が最大流量の時を定格値としてエゼクタポンプを設計すると、一般的には供給流量が最大流量の10%以下の低負荷運転時は十分な再循環される排出ガス流量が得られない。逆に、供給流量が最大流量の10%以下で再循環される排出ガス流量を確保するように設計すると、供給流量が最大流量付近の高負荷運転時には十分な再循環される排出ガス流量が得られない。

【0008】

このようなエゼクタポンプの問題点を解決する一方策として、第2従来技術のように、外部から駆動される循環ポンプを用いる方法が考えられる。すなわち、循環ポンプの流量は例えば循環ポンプの回転数を制御することにより任意に調整が可能であり、エゼクタポンプのような供給流量、すなわち運転状況の影響を直接受けることは無い。

【0009】

しかしながら、残存水素を安定して循環させるためには、循環ポンプの流量を、残存水素量の変化に合わせて調整する必要があり、循環ポンプの応答遅れや制御精度の劣化を考慮した複雑な制御系を組むことによる、信頼性の低下が生じる恐れがある。

【0010】

10

20

30

40

50

また、燃料電池で発電中は常時循環ポンプを作動させる必要があり、循環ポンプの耐久性が低下するという問題点も生じる。

【0011】

さらに、循環ポンプのようなポンプでは一般に、ある流量での効率が最大である場合、その他の流量での効率は該最大値以下となるため、循環ポンプの流量を調整すると、常に最大効率点での運転は不可能となり、消費するエネルギーが増加する恐れもある。

【0012】

すなわち、従来の技術では、燃料電池スタックから排出される未使用分の水素を再度燃料電池スタックへ供給する際、循環される未使用分の水素流量の低下、あるいは、信頼性・耐久性の低下、消費エネルギーが増加するといった問題点があった。

【0013】

本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、燃料電池スタックから排出される未使用分の水素を再度燃料電池スタックへ供給する際、運転状況に関わらず循環される未使用分の水素流量を確保するとともに、信頼性・耐久性が向上し消費エネルギーの増加を抑制できる燃料電池システムを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明は、上記目的を達成するため、空気を供給する空気供給手段と、水素を供給する水素供給手段と、供給された空気と水素とを基に発電する発電手段と、該発電手段から排出される未使用分の水素を貯蔵する第一水素貯蔵手段と、第一水素貯蔵手段から移送された水素を貯蔵する第二水素貯蔵手段と、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素を、第二水素貯蔵手段へ移送する水素移送手段と、第二水素貯蔵手段から前記発電手段へ供給される水素の流量を制御する水素流量制御手段と、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出する第一水素貯蔵量検出手段と、第二水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出する第二水素貯蔵量検出手段と、を有し、前記水素移送手段は、第一水素貯蔵量検出手段の検出結果が第一所定値に達した場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の第二水素貯蔵手段への移送を開始することを要旨とする燃料電池システムである。

【0015】

請求項2記載の発明は、上記目的を達成するため、空気を供給する空気供給手段と、水素を供給する水素供給手段と、供給された空気と水素とを基に発電する発電手段と、該発電手段から排出される未使用分の水素を貯蔵する第一水素貯蔵手段と、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素を、前記発電手段へ移送する水素移送手段と、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出する第一水素貯蔵量検出手段と、を有し、前記水素移送手段は、第一水素貯蔵量検出手段の検出結果が第一所定値に達した場合、前記発電手段における発電量がアイドル運転に相当する流量で、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の前記発電手段への移送を開始することを要旨とする燃料電池システムである。

【0016】

請求項3記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、第一水素貯蔵量検出手段又は第二水素貯蔵量検出手段は、各々、第一水素貯蔵手段又は第二水素貯蔵手段における圧力を検出し、予め求めた圧力と水素貯蔵量との関係に基づいて、前記水素貯蔵量を検出することを要旨とする。

【0017】

請求項4記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、第一水素貯蔵手段又は第二水素貯蔵手段は、水素貯蔵量に応じて変位する可動部材を有する構成であり、第一水素貯蔵量検出手段又は第二水素貯蔵量検出手段は、各々における前記可動部材の変位を検出し、予め求めた前記可動部材の変位と水素貯蔵量との関係に基づいて、前記水素貯蔵量を検出することを要旨とする。

【0018】

請求項5記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1記載の燃料電池システムにおいて、第一水素貯蔵量検出手段は、前記発電手段における発電量を検出し、該発電量に基

10

20

30

40

50

づいて前記発電手段で消費した水素量を検出する消費水素量検出手段と、前記発電手段へ供給された水素量を検出する供給水素量検出手段と、第一水素貯蔵手段から移送される水素量を検出する移送水素量検出手段と、を有し、前記消費水素量検出手段の検出結果と前記供給水素量検出手段の検出結果と前記移送水素量検出手段の検出結果とに基づき、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を検出することを要旨とする。

【0019】

請求項6記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、前記発電手段における発電量を検出する発電量検出手段を有し、該発電量検出手段の検出結果が大きいほど、第一所定値を小さく設定することを要旨とする。

10

【0020】

請求項7記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、第一水素貯蔵手段における水素温度を検出する水素温度検出手段を有し、該水素温度検出手段の検出結果が高いほど、第一所定値を小さく設定することを要旨とする。

【0021】

請求項8記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、第一水素貯蔵手段における水素湿度を検出する水素湿度検出手段を有し、該水素湿度検出手段の検出結果が高いほど、第一所定値を小さく設定することを要旨とする。

20

【0022】

請求項9記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、第一水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第一水素貯蔵手段における最小水素貯蔵量以下となった場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止することを要旨とする。

【0023】

請求項10記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を開始後、所定時間経過すると、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止することを要旨とする。

30

【0024】

請求項11記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、第二水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第二水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量以上となった場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止することを要旨とする。

【0025】

請求項12記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記水素移送手段は、予め定めた一定の流量で第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を行うことを要旨とする。

【0026】

請求項13記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項1記載の燃料電池システムにおいて、前記水素流量制御手段は、第二水素貯蔵手段と前記発電手段との間の流路を開閉する構成を有し、第二水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第二水素貯蔵手段の最小水素貯蔵量以上かつ前記発電手段で発電する場合、前記流路を開、その他の場合は前記流路を閉とすることを要旨とする。

40

【0027】

請求項14記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項13記載の燃料電池システムにおいて、前記水素流量制御手段は、前記流路が開の場合、前記発電手段の発電量に基づいて、前記流路の開度を変更することを要旨とする。

【0028】

50

請求項 1 5 記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項 1 記載の燃料電池システムにおいて、前記水素流量制御手段は、第二水素貯蔵手段と前記発電手段との間の流路において、第二水素貯蔵手段から前記発電手段への流れのみを許容する逆止弁、又は、前記流路の開度を設定する固定絞り、の少なくとも一つであることを要旨とする。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 6 記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システムにおいて、第一水素貯蔵手段から移送された水素が前記発電手段に送られている場合において、前記発電手段における発電量が所定発電量以下の場合、前記水素供給手段から前記発電手段への水素の供給を中止することを要旨とする。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 7 記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項 1 記載の燃料電池システムにおいて、第一水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量は、前記発電手段から排出される未使用水素の最大流量と該最大流量の最長継続時間との積によって決まる量以上に設定することを要旨とする。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 8 記載の発明は、上記目的を達成するため、請求項 2 記載の燃料電池システムにおいて、第一水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量は、前記水素移送ポンプ作動時間の間に前記発電手段から排出される未使用水素流量の平均値と、前記水素移送ポンプ作動時間との積によって決まる値以上に設定することを要旨とする。

【 0 0 3 2 】

【 発明の効果 】

請求項 1 記載の発明にあつては、発電手段の運転状況、すなわち水素供給手段から供給される水素の流量に関わらず、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

また、水素移送手段は常時作動させる必要が無くなり、かつ未使用分の水素量に逐次応じた制御も不要で単純な制御で良いため、水素移送手段の信頼性や耐久性が向上する。

【 0 0 3 4 】

さらに、未使用分の水素を再度発電手段へ供給する際、その流量を水素流量制御手段で制御することが可能なため、発電手段の運転状況に応じて未使用分の水素の発電手段への供給流量を調整することができ、発電手段の発電量の制御性が向上する。

【 0 0 3 5 】

請求項 2 記載の発明にあつては、発電手段の運転状況、すなわち水素供給手段から供給される水素の流量に関わらず、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。また、水素移送手段は常時作動させる必要が無くなり、かつ未使用分の水素量に逐次応じた制御も不要で単純な制御で良いため、水素移送手段の信頼性や耐久性が向上する。

【 0 0 3 6 】

また、発電手段における発電量はアイドル運転時が最小、すなわち、発電手段に供給されるべき水素の流量は、アイドル運転に相当する流量が最小となるため、未使用分の水素は、水素移送手段により発電手段で要する最小流量で供給されることとなる。従って、水素移送手段により発電手段に供給される水素が発電手段で過剰となることは無く、発電手段の運転状況に関わらず、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の発電手段への移送が可能となる。

【 0 0 3 7 】

さらに、水素移送手段により水素を移送する際の流量は、アイドル運転に相当する最小の流量で良いため、水素移送手段による消費エネルギーを小さくできる。

【 0 0 3 8 】

請求項 3 記載の発明にあつては、簡単に検出可能な圧力を用いることにより、確実に第一又は第二水素貯蔵手段の水素貯蔵量を検出することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0039】

請求項4記載の発明にあつては、水素貯蔵量に応じて変位する部材の変位を検出することにより、精度良く水素貯蔵量を検出することが可能となる。

【0040】

請求項5記載の発明にあつては、発電手段への供給水素量と消費水素量との差である未使用分の水素量と移送水素量との差を積算することにより、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量を確実に検出することが可能となる。

【0041】

請求項6記載の発明にあつては、発電手段における発電量が大きいほど、第一所定値を小さく設定するようにしたので、発電手段における発電量が大きい、すなわち発電手段に供給される水素の流量が大きい場合、発電手段から排出される未使用分の水素量も大きくなり、第一水素貯蔵手段の水素貯蔵量の増加も早くなるため、より早めに第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を開始し、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し発電手段から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

10

【0042】

請求項7記載の発明にあつては、第一水素貯蔵手段における水素温度が高いほど、第一所定値を小さく設定するようにしたため、水素温度が高く、水素の体積が大きくなり、第一水素貯蔵手段の水素貯蔵量の増加も早くなる場合、第一所定値を小さく設定することにより、水素移送手段は、より早めに第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を開始し、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し発電手段から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

20

【0043】

さらに、水素が水蒸気を含む場合、水素温度が高いほど、水素に含まれる水蒸気分圧が高くなり、該水蒸気分、第一水素貯蔵手段における貯蔵量の増加も早くなるため、やはり、第一所定値を小さく設定することにより、同上の作用効果が得られる。

【0044】

請求項8記載の発明にあつては、第一水素貯蔵手段における水素湿度が高いほど、第一所定値を小さく設定するようにしたので、水素が水蒸気を含む場合においても、水素移送手段は、より早めに第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を開始し、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し発電手段から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

30

【0045】

請求項9記載の発明にあつては、水素移送手段は、第一水素貯蔵手段における最小水素貯蔵量以下となった場合、水素の移送を停止するようにしたので、適切なタイミングで水素移送手段の停止制御を行うことが可能となる。

【0046】

請求項10記載の発明にあつては、水素移送手段は、水素の移送を開始後、所定時間経過すると水素の移送を停止するようにしたので、水素移送手段の制御を簡単化することが可能となる。

40

【0047】

請求項11記載の発明にあつては、水素移送手段は、第二水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第二水素貯蔵手段の最大水素貯蔵量以上となった場合、第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を停止するようにしたため、第二水素貯蔵手段の水素貯蔵量が最大水素貯蔵量となり、これ以上水素を貯蔵することが不可能となった場合、水素移送手段が水素の移送を停止することとなり、適切なタイミングで水素移送手段の制御を行うことが可能となる。

50

【0048】

請求項12記載の発明にあっては、水素移送手段は、予め定めた一定の流量で第一水素貯蔵手段に貯蔵された水素の移送を行うようにしたので、水素移送手段の効率を該一定の流量で最大となるよう設定することにより、水素移送手段による消費エネルギーを小さくできる。

【0049】

請求項13記載の発明にあっては、水素流量制御手段は、第二水素貯蔵手段と発電手段との間の流路を開閉する構成を有し、第二水素貯蔵量検出手段の検出結果が、第二水素貯蔵手段の最小水素貯蔵量以上かつ発電手段で発電する場合、該流路を開、その他の場合は該流路を閉とする構成としたため、第二水素貯蔵手段に水素が貯蔵され発電手段に供給可能な状態になっており、かつ、発電手段で発電し、すなわち水素を発電手段へ供給することが必要な場合にのみ、第二水素貯蔵手段から発電手段へ水素が供給され、発電手段から排出される未使用分の水素を、適切なタイミングで発電手段へ再度供給することが可能となる。

10

【0050】

請求項14記載の発明にあっては、請求項13において、水素流量制御手段は、流路が開の場合、流路の開度を可変とする構成をさらに有し、発電手段の発電量に基づいて、流路の開度を変更する、具体的には、発電手段の発電量が大きく、発電手段で要する水素の流量が大きいほど、該開度を大きくする構成としたため、第二水素貯蔵手段から発電手段へ供給される水素の流量を発電手段の発電量に応じて増やし、第二水素貯蔵手段に貯蔵された水素を速やかに消費することにより、次回の第一水素貯蔵手段から移送される水素を貯蔵することが可能となり、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

20

【0051】

請求項15記載の発明にあっては、水素流量制御手段は、第二水素貯蔵手段と発電手段との間に流路において、第二水素貯蔵手段から該発電手段への流れのみを許容する逆止弁、又は、該流路の開度を設定する固定絞り、の少なくとも一つである構成としたため、第二水素貯蔵手段に水素が貯蔵され、第二水素貯蔵手段の内圧が上昇し、発電手段の内圧より高くなると、第二水素貯蔵手段から発電手段へ水素が供給され、特別な制御を行うことなく、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

30

【0052】

ここで、さらに逆止弁により、水素供給手段から供給される水素が第二水素貯蔵手段に入ること防止し、第一水素貯蔵手段から移送される水素を確実に貯蔵することが可能となり、また、固定絞りにより、第二水素貯蔵手段から発電手段へ供給される水素の流量を設定し、発電手段における発電量の制御性を向上することが可能となる。

【0053】

請求項16記載の発明にあっては、第一水素貯蔵手段から移送された水素が発電手段に送られている場合において、発電手段における発電量が所定発電量以下、すなわち、発電手段における発電量が、発電手段から排出される未使用分の水素を発電手段へ再度供給する際の流量で賄える発電量以下の場合、水素供給手段から発電手段への水素の供給を中止する構成としたため、発電手段に過剰な水素が供給されることが無く、適切な流量が確実に供給され、発電手段における発電量の制御性を向上することが可能となる。また、発電手段から排出される未使用分の水素を速やかに消費することにより、次回の第一水素貯蔵手段又は第二水素貯蔵手段における水素を貯蔵することが可能となり、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

40

【0054】

請求項17および18記載の発明にあっては、第一水素貯蔵手段における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し発電手段から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、発電手段から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給すること

50

が可能となる。

【 0 0 5 5 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

〔 第 1 の 実 施 形 態 〕

第 1 実 施 形 態 は、請 求 項 1 及 び 3 乃 至 1 3 及 び 1 6 及 び 1 7 に 記 載 の 発 明 に 対 応 す る 燃 料 電 池 シ ス テ ム で あ り、燃 料 電 池 車 両 等 の 負 荷 変 動 が 大 き い 用 途 に 好 適 な 燃 料 電 池 シ ス テ ム で あ る。

【 0 0 5 6 】

図 1 は、第 1 実 施 形 態 の 燃 料 電 池 シ ス テ ム の 構 成 を 説 明 す る 全 体 シ ス テ ム 図 で あ る。図 1 に お い て、1 は フ ィ ル タ、2 は コ ン プ レ ッ サ、3 は 空 気 流 量 セ ン サ、4 は 圧 力 セ ン サ、5 は 燃 料 電 池 ス タ ッ ク、6 は 圧 力 制 御 弁、7 は 水 素 タ ン ク、8 は プ レ ッ シ ャ レ ギ ュ レ ー タ、9 は 水 素 流 量 制 御 弁、1 0 は 水 素 流 量 セ ン サ、1 1 は 圧 力 セ ン サ、1 2 は 第 一 水 素 貯 蔵 器、1 3 は 圧 力 セ ン サ、1 4 は 温 度 セ ン サ、1 5 は 水 素 移 送 ポ ンプ、1 6 は シ ャ ッ ト オ フ 弁、1 7 は 第 二 水 素 貯 蔵 器、1 8 は 圧 力 セ ン サ、1 9 は 発 電 量 セ ン サ、2 0 は コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト、で あ る。

【 0 0 5 7 】

フ ィ ル タ 1 は、コ ン プ レ ッ サ 2 が 吸 い 込 む 空 気 中 の 不 純 物 を 取 り 除 く。コ ン プ レ ッ サ 2 は、フ ィ ル タ 1 を 通 し て 空 気 を 吸 い 込 み、圧 縮 し て 吐 出 し、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 へ 空 気 を 供 給 す る。

【 0 0 5 8 】

空 気 流 量 セ ン サ 3 は、コ ン プ レ ッ サ 2 か ら 供 給 さ れ る 空 気 流 量 を 検 出 し、検 出 値 を コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 に 入 力 す る。ま た、コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 は、空 気 流 量 セ ン サ 3 の 検 出 値 に 基 づ い て、コ ン プ レ ッ サ 2 の 回 転 数 を 制 御 し、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 へ 供 給 さ れ る 空 気 流 量 を 制 御 す る。

【 0 0 5 9 】

圧 力 セ ン サ 4 は、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 に 入 る 直 前 の 空 気 の 圧 力 を 検 出 し、検 出 値 を コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 に 入 力 す る。ま た、コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 は、圧 力 セ ン サ 4 の 検 出 値 に 基 づ き、圧 力 制 御 弁 6 へ 指 令 を 送 る。圧 力 制 御 弁 6 は、コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 か ら の 指 令 に 従 い、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 の 空 気 流 路 の 圧 力 を 制 御 す る。

【 0 0 6 0 】

燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 は、供 給 さ れ る 空 気 と、水 素 流 量 制 御 弁 9 を 通 り 供 給 さ れ る 水 素 と を 用 い て 発 電 す る。

【 0 0 6 1 】

水 素 タ ン ク 7 は、水 素 を 貯 蔵 す る。プ レ ッ シ ャ レ ギ ュ レ ー タ 8 は、水 素 タ ン ク 7 か ら 供 給 さ れ る 水 素 の 圧 力 を 一 定 の 圧 力 に 制 御 し て 出 力 す る。水 素 流 量 制 御 弁 9 は、コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 の 指 令 に よ り 制 御 さ れ、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 へ 供 給 す る 水 素 の 流 量 や 圧 力 を 制 御 す る。水 素 流 量 セ ン サ 1 0 は、水 素 流 量 を 検 出 し、検 出 値 を コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 に 入 力 す る。

【 0 0 6 2 】

圧 力 セ ン サ 1 1 は、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 に 入 る 直 前 の 水 素 の 圧 力 を 検 出 し、検 出 値 を コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 に 入 力 す る。ま た、コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 は、水 素 流 量 セ ン サ 1 0 及 び 圧 力 セ ン サ 1 1 の 検 出 値 に 基 づ き、水 素 流 量 制 御 弁 9 を 制 御 し、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 へ 供 給 さ れ る 水 素 流 量 及 び 燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 の 水 素 流 路 の 圧 力 を 制 御 す る。

【 0 0 6 3 】

第 一 水 素 貯 蔵 器 1 2 は、燃 料 電 池 ス タ ッ ク 5 か ら 排 出 さ れ る 未 使 用 分 の 水 素 を 貯 蔵 す る。圧 力 セ ン サ 1 3 は、第 一 水 素 貯 蔵 器 1 2 の 圧 力 を 検 出 し、検 出 値 を コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 に 入 力 す る。

温 度 セ ン サ 1 4 は、第 一 水 素 貯 蔵 器 1 2 の 温 度 を 検 出 し、検 出 値 を コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 に 入 力 す る。

水 素 移 送 ポ ンプ 1 5 は、コ ン ト ロ ー ル ユ ニ ャ ッ ト 2 0 の 指 令 に よ り 駆 動 / 停 止 制 御 さ れ、第

10

20

30

40

50

一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素を第二水素貯蔵器 17 へ移送する。

【0064】

シャットオフ弁 16 は、コントロールユニット 20 の指令により開閉制御され、第二水素貯蔵器 17 と燃料電池スタック 5 との間の流路の開閉を行う。

第二水素貯蔵器 17 は、水素移送ポンプ 15 により第一水素貯蔵器から移送された水素を貯蔵する。

圧力センサ 18 は、第二水素貯蔵器 17 の圧力を検出し、検出値をコントロールユニット 20 に入力する。

【0065】

発電量センサ 19 は、燃料電池スタック 5 における発電量を検出し、検出値をコントロールユニット 20 に入力する。

コントロールユニット 20 は、本システムにおける各センサからの信号を読み込み、予め内部に保有する制御ロジックに従い、各構成品へ指令を送り、本システムの制御を行う。

【0066】

以上説明した構成において、フィルタ 1 とコンプレッサ 2 と空気流量センサ 3 とが空気供給手段に相当し、水素タンク 7 とプレッシャレギュレータ 8 と水素流量制御弁 9 と水素流量センサ 10 と圧力センサ 11 とが水素供給手段に相当し、燃料電池スタック 5 が発電手段に相当し、第一水素貯蔵器 12 が第一水素貯蔵手段に相当し、第二水素貯蔵器 17 が第二水素貯蔵手段に相当し、水素移送ポンプ 15 が水素移送手段に相当し、シャットオフ弁 16 が水素流量制御手段に相当する。

【0067】

ここで、圧力センサ 13 が検出する第一水素貯蔵器 12 の圧力と第一水素貯蔵器 12 の容積とが一定の関係を有するものであれば、圧力センサ 13 が検出した圧力及び温度センサ 14 が検出した温度に基づいて、周知の気体状態式により第一水素貯蔵器 12 内部に貯蔵された水素量を算出することができる。この場合、圧力センサ 13 及び温度センサ 14 は、第一水素貯蔵手段である第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量を検出する第一水素貯蔵量検出手段となる。

【0068】

また、第二水素貯蔵手段である第二水素貯蔵器 17 として、第一水素貯蔵器 12 と同様の構成を用いれば、第二水素貯蔵器 17 の水素貯蔵量を検出する第二水素貯蔵量検出手段は、圧力センサ 18 である。この場合、第二水素貯蔵器 17 の温度を検出する専用の温度センサを追加してもよいし、多少の誤差を許容して第一水素貯蔵器 12 の温度センサ 14 の検出値を流用してもよい。

【0069】

次に本発明の特徴である、燃料電池スタック 5 から排出される未使用水素を再度燃料電池スタック 5 へ供給する際の作用を説明する。

【0070】

図 2～5 は、第 1 実施形態の作用を示すフローチャートである。図 2 は水素移送ポンプ 15 の作動開始制御、図 3 は水素移送ポンプ 15 の作動停止制御、図 4 はシャットオフ弁 16 の制御、図 5 は水素流量制御弁 9 の制御をそれぞれ示す。図 2～5 のフローチャートは、コントロールユニット 20 において、予め定められた一定の制御周期ごとに繰り返し実行される。制御周期は実験的に定められるが、例えば 1～100ms 程度の値である。

【0071】

まず、水素移送ポンプ 15 の作動開始制御について、図 2 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S21 では、水素移送ポンプ 15 が作動停止中か否かを判定し、作動停止中の場合、ステップ S22 へ進み、作動停止中でない場合、本処理を終了する。

【0072】

ステップ S22 では、第一水素貯蔵器 12 における水素貯蔵量を検出する。ステップ S23 では、ステップ S22 で検出した第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量が第一所定値

10

20

30

40

50

以上か否か判断し、第一所定値以上の場合、ステップ S 2 4 へ進み、第一所定値未満の場合、ステップ S 2 5 へ進む。

この第一所定値は、第一水素貯蔵器の最大水素貯蔵量の例えば 90% というように、設計値として任意に決められる値である。

【0073】

ステップ S 2 4 では、水素移送ポンプ 1 5 を作動開始する。

ステップ S 2 5 では、水素移送ポンプ 1 5 は作動停止のままとなる。以上のフローチャートにおいて、ステップ S 2 2 を除く各ステップが請求項 1 の水素移送手段に相当し、ステップ S 2 2 が第一水素貯蔵量検出手段に相当する。

【0074】

図 2 のフローチャートにより、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を一旦第一水素貯蔵器 1 2 に貯蔵し、第一水素貯蔵器 1 2 の水素貯蔵量が第一所定値まで達した場合に、水素移送ポンプ 1 5 を作動開始することにより、燃料電池スタック 5 の運転状況、すなわち水素流量制御弁 9 から供給される水素の流量に関わらず、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に第二水素貯蔵器 1 7 及びシャットオフ弁 1 6 を介して燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる。

【0075】

また、水素移送ポンプ 1 5 は常時作動させる必要が無くなり、かつ未使用分の水素量に逐次応じた制御も不要で単純な制御で良いため、水素移送ポンプ 1 5 の信頼性や耐久性が向上する。

【0076】

ここで、ステップ S 2 2 における水素貯蔵量の検出方法としては、例えば、図 1 の圧力センサ 1 3 の検出値を基に、図 6 に示す第一水素貯蔵器における圧力と水素貯蔵量との関係に基づき、水素貯蔵量を検出する（請求項 3 の第一水素貯蔵量検出手段に相当）。

【0077】

また、第一水素貯蔵器 1 2 を、水素貯蔵量に応じて変位する部材を有する構成として、該部材の変位を検出し、予め求めた該部材の変位と水素貯蔵量との関係に基づき、水素貯蔵量を検出しても良く、この場合の第一水素貯蔵器 1 2 の構成を図 7 に示す。

【0078】

図 7 において、7 1 はハウジング、7 2 はピストン、7 3 はシール、7 4 は、ピストン 7 2 を図中上方に付勢するコイルバネ、7 5 は水素入出ポート、7 6 は水素貯蔵部、7 7 はピストン 7 2 の変位センサ、である。本構成において、燃料電池スタック 5 から排出される未使用水素は、水素入出ポート 7 5 から、ハウジング 7 1 とピストン 7 2 とで囲まれた空間である水素貯蔵部 7 6 に入り、ここで水素が貯蔵される。また、この際、ピストン 7 2 の外周部とハウジング 7 1 の内周部とを密閉するシール 7 3 により、水素が第一水素貯蔵器の外部へ流出することを防止する。

【0079】

水素貯蔵部 7 6 に水素が貯蔵されると、その水素貯蔵量に応じてピストン 7 2 が図 7 の下方向に押し下げられる。すなわち、ここではピストン 7 2 が水素貯蔵量に応じて変位する部材となる。また、ピストン 7 2 が下方に変位すると、同時にコイルバネ 7 4 が押し縮められ、ピストン 7 2 を図 7 の上方向に押す力を発生させ、水素貯蔵部 7 6 における水素貯蔵量が減少した場合、ピストン 7 2 を図 7 の上方向に移動させる。

【0080】

ピストン 7 2 の変位は、変位センサ 7 7 により検出し、検出値をコントロールユニット 2 0 へ入力する。変位センサ 7 7 の検出値と水素貯蔵量の関係は、例えば図 9 に示すものとなるため、変位センサ 7 7 の検出値に基づき、第一水素貯蔵器 1 2 の水素貯蔵量を検出することが可能となる（請求項 4 の第一水素貯蔵量検出手段に相当）。

【0081】

さらに、ステップ S 2 2 における水素貯蔵量の検出方法としては、燃料電池スタック 5 における発電量を検出し、これに基づき燃料電池スタック 5 で消費した水素量 C 1 を検出し

10

20

30

40

50

、また、燃料電池スタック 5 へ供給された水素量 S_1 を検出し、さらに、水素移送ポンプ 15 により第一水素貯蔵器 12 から第二水素貯蔵器 17 へ移送される水素量 M_1 を検出し、該水素量 C_1 と水素量 S_1 と水素量 M_1 とに基づき、第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量を検出すること可能である。

【0082】

すなわち、まず、燃料電池スタック 5 における発電量と燃料電池スタック 5 で消費した水素量とは、例えば図 10 の関係にあるため、図 1 の発電量センサ 19 の検出値を基に、燃料電池スタック 5 で消費した水素量 C_1 を検出する（請求項 5 の消費水素量検出手段に相当）。

【0083】

次に、水素流量センサ 10 に基づき燃料電池スタック 5 へ供給された水素量 S_1 を検出する（請求項 5 の供給水素量検出手段に相当）。また、水素移送ポンプ作動時の移送流量を予め定めた一定の流量 Q_0 とすることにより、水素移送ポンプ 15 の移送流量 Q_M は、水素ポンプ 15 作動停止中は $Q_M = 0$ 、水素移送ポンプ 15 作動中は $Q_M = Q_0$ となり、すなわち、水素移送ポンプ 15 により第一水素貯蔵器 12 から第二水素貯蔵器 17 へ移送される水素量 $M_1 = Q_M$ となる。

【0084】

従って、燃料電池スタック 5 から排出され、第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素量は、燃料電池スタック 5 へ供給された水素量 S_1 から燃料電池スタック 5 で消費した水素量 C_1 を減じた値： $S_1 - C_1$ で得られる。一方、第一水素貯蔵器 12 から出る水素量は M_1 そのものであるため、第一水素貯蔵器 12 に残る水素貯蔵量は $S_1 - C_1 - M_1$ により得られる。この値を逐次積算することにより、第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量を検出することが可能となる（請求項 5 の第一水素貯蔵量検出手段に相当）。

【0085】

また、ステップ S23 における第一所定値は、例えば、燃料電池スタック 5 における発電量を図 1 の発電量センサ 19（請求項 6 の発電量検出手段に相当）で検出し、該検出値を基に、図 11 に示す発電量と第一所定値の関係に基づき設定する。

【0086】

この場合、燃料電池スタック 5 における発電量が大きい、すなわち燃料電池スタック 5 に供給される水素の流量が大きい場合、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素量も大きくなり、第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量の増加も早くなる。このため、第一所定値を小さく設定することにより、水素移送ポンプ 15 は、より早めに第一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素の移送を開始し、第一水素貯蔵器 12 における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し燃料電池スタック 5 から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる（請求項 6 の水素移送手段に相当）。

【0087】

また、第一所定値は、第一水素貯蔵器 12 における水素温度を図 1 に示す温度センサ 14（請求項 7 の水素温度検出手段に相当）で検出し、該検出値を基に、図 12 に示す温度と第一所定値の関係に基づき設定しても良い。すなわち、水素温度が高く、水素の体積が大きくなり、第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量の増加も早くなる場合、第一所定値を小さく設定することにより、水素移送ポンプ 15 は、より早めに第一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素の移送を開始し、第一水素貯蔵器 12 における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し燃料電池スタック 5 から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる。

【0088】

さらに、燃料電池スタック 5 から排出される水素が水蒸気を含む場合、水素温度が高いほど、水素に含まれる水蒸気分圧が高くなり、該水蒸気分、第一水素貯蔵器 12 における貯蔵量の増加も早くなるため、やはり、第一所定値を小さく設定することにより、同上の作

10

20

30

40

50

用効果が得られる（請求項 7 の水素移送手段に相当）。

【0089】

また、図 1 に示す温度センサ 14 の代わりに湿度センサ（請求項 8 の湿度検出手段に相当）を設け、第一所定値は、第一水素貯蔵器 12 における水素湿度を検出し、該検出値を基に、図 13 に示す湿度と第一所定値の関係に基づき設定しても良い。

【0090】

前述の通り、水素が水蒸気を含む場合、水素湿度が高いほど、水素に含まれる水蒸気分圧が高くなり、該水蒸気分、第一水素貯蔵器 12 における貯蔵量の増加も早くなるため、第一所定値を小さく設定することにより、水素移送ポンプ 15 は、より早めに第一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素の移送を開始し、第一水素貯蔵器 12 における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し燃料電池スタック 5 から排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることを防止し、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる（請求項 8 の水素移送手段に相当）。

【0091】

なお、第一水素貯蔵器 12 を、図 8 に示すように、水素貯蔵量に応じて変位する部材を有する構成とするとともに、該部材が第一所定値に相当する位置まで変位したか否かを検出する構成とすることにより、ステップ S23 の条件が成立しているか否かを判断することも可能である。

【0092】

図 8 において、81 はハウジング、82 はピストン、83 はシール、84 はコイルバネ、85 は水素入出ポート、86 は水素貯蔵部、87 はスイッチ、である。

【0093】

本構成において、燃料電池スタック 5 から排出される未使用水素は、水素入出ポート 85 から、ハウジング 81 とピストン 82 とで囲まれた空間である水素貯蔵部 86 に入り、ここで水素が貯蔵される。また、この際、シール 83 が水素が第一水素貯蔵器 12 の外部へ流出することを防止する。水素貯蔵部 86 に水素が貯蔵されると、その水素貯蔵量に応じてピストン 82 が図 8 の下方向に押し下げられる。

【0094】

すなわち、ここではピストン 82 が水素貯蔵量に応じて変位する部材となる。また、ピストン 82 が変位すると、同時にコイルバネ 84 が押し縮められ、ピストン 82 を図 8 の上方向に押す力を発生させ、水素貯蔵部 86 における水素貯蔵量が減少した場合、ピストン 82 を図 8 の上方向に移動させる。

【0095】

ピストン 82 が変位し、水素貯蔵量が第一所定値に相当する値となった時、ピストン 82 に取付けられた突起部 88 が、スイッチ 87 と接触しスイッチ 87 は ON となる。また、水素貯蔵量が第一所定値に相当する値未満の時、ピストン 82 に取付けられた突起部 88 は、スイッチ 87 と接触せず、スイッチ 87 は OFF となる。スイッチ 87 の ON・OFF 信号は、コントロールユニット 20 へ入力される。

【0096】

従って、スイッチ 87 の ON・OFF 信号に基づき、第一水素貯蔵器 12 の水素貯蔵量が第一所定値以上か否か判断することが可能となる。以上の作用の場合、前述のように第一所定値を変えることは出来ないものの、高度なセンサ類を必要とせず、単純な機械的構成を取ることににより、信頼性を向上することが可能となる。

【0097】

なお、第一水素貯蔵器 12 の最大水素貯蔵量 $V1MAX$ は次の (1) 式で設定するものとする。

【0098】

【数 1】

$$V1MAX = Q1MAX \times \Delta T1MAX \times C \quad \cdots (1)$$

ここで、

10

20

30

40

50

Q1MAX : 燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量の最大値

ΔT1MAX : 燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量が最大値で流れる運転が連続して実施される際の、最長連続運転時間

C : マージン分を表す係数

すなわち、本願発明における燃料電池システムでは、その運転状況がある程度パターン化され、燃料電池スタック5の発電量が最大となる運転、つまり、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量が最大となる運転が連続して実施される時間は前もって把握することができる。また、この場合、第一水素貯蔵器12の水素貯蔵量の増加が最も早くなる。

10

【0099】

そこで、(1)式により、第一水素貯蔵器12の最大水素貯蔵量V1MAXを定めることにより、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量が最大となる運転が連続して実施される最長時間の間に燃料電池スタック5から排出される水素の量(=Q1MAX×ΔT1MAX)を確実に余裕を持って第一水素貯蔵器12に貯蔵可能となり、あらゆる運転状況において第一水素貯蔵器における水素貯蔵量が最大水素貯蔵量まで達し燃料電池スタックから排出された未使用分の水素が貯蔵不可能となることが防止できる(請求項17)。

【0100】

また、水素移送ポンプ15の移送流量Q0は、下記の(2)式により求める。

20

【0101】

【数2】

$$Q0 = V1 / \Delta TM + Q1 \quad \dots (2)$$

ここで、

Q1 : 水素移送ポンプ15作動中に、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量

V1 : 水素移送ポンプ15が作動開始した時の第一水素貯蔵器12における水素貯蔵量であり、第一所定値と同じ

ΔTM : 第一水素貯蔵器12に貯蔵された水素の、第二水素貯蔵器17への移送に要する時間

30

また、ここでは、

【数3】

$$V1 = V1MAX \times 0.9 \quad \dots (3)$$

と仮定する。

【0102】

(1)、(2)、(3)式より、移送流量Q0は、(4)式となる。

【0103】

【数4】

$$Q0 = (Q1MAX \times \Delta T1MAX \times C \times 0.9) / \Delta TM + Q1 \quad \dots (4)$$

一般に市販の燃料電池車両において、燃料電池スタック5の発電量が最大となる運転は長く続くことが無く、従って、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量が最大値で流れる運転が連続して実施される際の、最長連続運転時間ΔT1MAXは、例えば5s程度とする。

40

【0104】

また、マージンCは、例えば1.1とする。また、燃料電池スタック5の発電量が最大となる運転が続いた後は、しばらくの間、発電量は小さい運転が続き、従って、この時に燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量も、その最大値Q1MAXより大幅に小さく、かつ、この時に水素移送ポンプ15を作動させるとすると、水素移送ポンプ15作動中に、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量Q1は、例えば、ここでは、Q1MAX×0.1とする。また、第一水素貯蔵器1

50

2に貯蔵される水素の、第二水素貯蔵器17への移送に要する時間 ΔT_M は、例えば10sとすると、(4)式は次の(5)式となる。

【0105】

【数5】

$$Q_0 = (Q_{1MAX} \times 5 \times 1.1 \times 0.9) / 10 + Q_{1MAX} \times 0.1 \div Q_{1MAX} \times 0.6 \quad \dots (5)$$

(5)式から、水素移送ポンプ15の移送流量 Q_0 は、燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量の最大値 Q_{1MAX} の6割で良いこととなる。ここで従来例のように、水素移送ポンプのみで燃料電池スタック5から排出される未使用分の水素を、燃料電池スタック5へ再度供給しようとする、水素移送ポンプは燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量の最大値 Q_{1MAX} の容量が必要となるが、本発明によると、水素移送ポンプ15は、例えば従来例の容量の6割で済み、水素移送ポンプ自体も大幅に小型化することも可能である。

10

【0106】

さらに、従来例では、水素移送ポンプは燃料電池スタック5から第一水素貯蔵器12へ入る未使用水素の流量の変化、すなわち運転状況の変化に応じて、その移送流量を調整する必要があるため、常に、水素移送ポンプの最大効率点での運転は不可能であり、水素移送ポンプ作動時の消費エネルギーが増加する恐れがある。これに対し、本発明では、水素移送ポンプ15の移送流量は Q_0 一定でよく、この流量での効率が最大となるよう設定することにより、水素移送ポンプ作動時の消費エネルギーを小さくできる(請求項12相当)。

20

【0107】

次に水素移送ポンプ15の作動停止制御について図3のフローチャートを参照して説明する。

【0108】

ステップS31では水素移送ポンプ15が作動中か否かを判定し、作動中の場合、ステップS32へ進み、作動中でない場合、本処理を終了する。

ステップS32では、第一水素貯蔵器12における水素貯蔵量を検出する。

【0109】

ステップS33では、ステップS32で検出した第一水素貯蔵器12の水素貯蔵量が最小水素貯蔵量以下か否かを判断し、最小水素貯蔵量以下の場合、ステップS34へ進み、最小水素貯蔵量を超える場合、ステップS35へ進む。

30

ステップS34では水素移送ポンプ15を作動停止する。

【0110】

ステップS35では、第二水素貯蔵器17における水素貯蔵量を検出する。

ステッ

プS36では、ステップS35で検出した第二水素貯蔵器17の水素貯蔵量が最大水素貯蔵量以上か否かを判断し、最大水素貯蔵量以上の場合、ステップS34へ進み、最大水素貯蔵量未満の場合、ステップS37へ進む。

【0111】

ステップS37では水素移送ポンプ15は作動のままとなる。以上のフローチャートにおいて、ステップS31・S33・S34が請求項9の水素移送手段に相当し、ステップS32が第一水素貯蔵量検出手段に相当し、ステップS34・S36・S37が請求項11の水素移送手段に相当し、ステップS35が第二水素貯蔵量検出手段に相当する。

40

【0112】

なお、ステップS32における第一水素貯蔵器12の水素貯蔵量の検出方法は、前述の図2・ステップS22と同様のため、説明は省略する。

【0113】

また、ステップS35における第二水素貯蔵器17の水素貯蔵量の検出方法は、図1の圧力センサ18の検出値を基に図6に示す関係に基づき検出する方法(請求項3の第二水素貯蔵量検出手段に相当)や、図7に示すように、第二水素貯蔵器17を水素貯蔵量に応じて変位する部材を有する構成として、水素貯蔵量を検出する方法(請求項4の第二水素貯

50

蔵量検出手段に相当)であり、前述の第一水素貯蔵器 1 2 の水素貯蔵量の検出方法と同様となるため、説明は省略する。

【0114】

図 3 のフローチャートにより、第一水素貯蔵器 1 2 における水素をほぼ全量移送すると、水素移送ポンプ 1 5 が作動停止し第一水素貯蔵器 1 2 から第二水素貯蔵器 1 7 への水素の移送が停止することとなり、適切なタイミングで水素移送ポンプ 1 5 の制御を行うことが可能となる。

【0115】

加えて、第二水素貯蔵器 1 7 の水素貯蔵量が最大水素貯蔵量となり、これ以上水素を貯蔵することが不可能となった場合、水素移送ポンプ 1 5 が作動停止し第一水素貯蔵器 1 2 から第二水素貯蔵器 1 7 への水素の移送が停止することとなり、やはり適切なタイミングで水素移送ポンプ 1 5 の制御を行うことが可能となる。

10

【0116】

また、図 3 のステップ S 3 2 ~ S 3 4 の代わりに、次に説明するように、水素移送ポンプ 1 5 を作動開始し第一水素貯蔵器 1 2 に貯蔵された水素の移送を開始し、第一所定値に基づき定めた所定時間経過後、水素移送ポンプ 1 5 が作動停止し第一水素貯蔵器 1 2 に貯蔵された水素の移送を停止するようにしても良い。すなわち、(2) 式から、第一所定値 V 1 で定まる水素貯蔵量を全量移送するために要する時間 $\Delta T M$ は、

【数 6】

$$\Delta T M = V 1 / (Q 0 - Q 1) \quad \cdots (6)$$

20

となり、(6) 式で求められる時間 $\Delta T M$ を上記所定時間とすることにより、第一水素貯蔵器 1 2 における水素をほぼ全量移送すると、水素移送ポンプ 1 5 が作動停止し第一水素貯蔵器 1 2 から第二水素貯蔵器 1 7 への水素の移送が停止することとなり、適切なタイミングで水素移送ポンプ 1 5 の制御を行うことが可能となる(請求項 1 0 の水素移送手段に相当)。

【0117】

また、第二水素貯蔵器 1 7 の最大水素貯蔵量は、第一水素貯蔵器 1 2 の最大水素貯蔵量と同等以上に設定する。これにより、第一水素貯蔵器 1 2 から移送される水素を第二水素貯蔵器 1 7 において確実に貯蔵することが可能となる。

【0118】

30

次にシャットオフ弁 1 6 の制御について、図 4 のフローチャートを参照して説明する。

【0119】

ステップ S 4 1 では、第二水素貯蔵器 1 7 における水素貯蔵量を検出する。ステップ S 4 2 では、ステップ S 4 1 で検出した第二水素貯蔵器 1 7 の水素貯蔵量が最小水素貯蔵量以上か否かを判断し、最小水素貯蔵量以上の場合、ステップ S 4 3 へ進み、最小水素貯蔵量未満の場合、ステップ S 4 5 へ進む。

【0120】

ステップ S 4 3 では、燃料電池スタック 5 で発電するか否かを判定し、発電する場合、ステップ S 4 4 へ進み、発電しない場合ステップ S 4 5 へ進む。

ステップ S 4 4 では、シャットオフ弁 1 6 を開とする。

40

ステップ S 4 5 では、シャットオフ弁 1 6 を閉とする。

【0121】

以上のフローチャートにおいて、ステップ S 4 1 は、第二水素貯蔵量検出手段に相当し、ステップ S 4 2 ~ S 4 5 が、請求項 1 3 の水素流量制御手段に相当する。また、ステップ S 4 1 における第二水素貯蔵器 1 7 の水素貯蔵量の検出方法は、前述の図 3 ・ステップ S 3 5 と同様のため、説明は省略する。

【0122】

図 4 のフローチャートにより、第二水素貯蔵器 1 7 に水素が貯蔵され燃料電池スタック 5 に供給可能な状態になっており、かつ、燃料電池スタック 5 で発電し、すなわち水素を燃料電池スタック 5 へ供給することが必要な場合にのみ、第二水素貯蔵器 1 7 から燃料電池

50

スタック 5 へ水素が供給され、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、適切なタイミングで燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる。

【0123】

ここで、第 1 実施形態の変形例を説明する。変形例 1 として、図 1 におけるシャットオフ弁 16 は、図 14 に示すように、開度を可変とする可変弁 26 としても良く、図 15 に示すように、燃料電池スタック 5 の発電量が大きく、燃料電池スタック 5 で要する水素の流量が大きいほど、該開度を大きくする。これにより第二水素貯蔵器から燃料電池スタック 5 へ供給される水素の流量が燃料電池スタック 5 の発電量に応じて増え、第二水素貯蔵器 17 に貯蔵された水素は速やかに消費され、このため、次の第一水素貯蔵器 12 から移送される水素を貯蔵することが可能となり、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に発電手段へ再度供給することが可能となる。

10

【0124】

さらに、変形例 2 として、図 1 におけるシャットオフ弁 16 の代わりに、図 16 に示す逆止弁 36、あるいは、変形例 3 として、図 17 に示す固定絞り 46 を用いても良い。

【0125】

これらの場合、第二水素貯蔵器 17 に水素が貯蔵され、第二水素貯蔵器 17 の内圧が上昇し、燃料電池スタック 5 の内圧より高くなると、第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ水素が供給され、特別な制御を行うことなく、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる。

【0126】

ここで、さらに逆止弁 36 により、水素流量制御弁 9 から供給される水素が第二水素貯蔵器 17 に入ることを防止し、第一水素貯蔵器 12 から移送される水素を確実に貯蔵することが可能となり、また、固定絞り 46 により、第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ供給される水素の流量を設定し、燃料電池スタック 5 における発電量の制御性を向上することが可能となる。

20

【0127】

なお、図 16 及び図 17 では、逆止弁 36、固定絞り 46 を各々個別に用いているが、両者を直列に接続し、同時に用いても良い。

【0128】

次に水素流量制御弁 9 の制御について図 5 のフローチャートを参照して説明する。

30

ステップ S51 では、燃料電池スタック 5 で発電するか否かを判定し、発電する場合、ステップ S52 へ進み、発電しない場合ステップ S54 へ進む。

【0129】

ステップ S52 では、シャットオフ弁 16 が開いているか否か、すなわち、第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ水素が供給されているか否かを判断し、シャットオフ弁 16 が開の場合、ステップ S53 へ進み、閉の場合、ステップ S55 へ進む。

【0130】

ステップ S53 では、目標とする発電量が所定発電量以下か否かを判断し、所定発電量以下の場合、ステップ S54 へ進み、所定発電量を超える場合、ステップ S55 へ進む。

ステップ S54 では、水素流量制御弁 9 は閉、すなわち、水素流量制御弁 9 を介して燃料電池スタック 5 へ水素は供給しない。

40

ステップ S55 では、水素流量制御弁 9 は開として、水素流量制御弁 9 を介して燃料電池スタック 5 へ水素を供給する。

【0131】

以上のフローチャートにおいて、ステップ S51 ～ S55 が、請求項 16 に相当する。

【0132】

なお、ステップ S52 では、第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ水素が供給されているか否かをシャットオフ弁 16 が開いているか否かにより判断したが、例えば、図 16 や図 17 のようにシャットオフ弁が無い構成の場合、例えば、第二水素貯蔵器 17 の水素貯蔵量が最小水素貯蔵量以上か否かを判断し、最小水素貯蔵量以上の場合、第二水素

50

貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ水素が供給されると判断しても良い。

【0133】

また、ステップ S 53 における所定発電量は、燃料電池スタック 5 における発電量が、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を燃料電池スタック 5 へ再度供給する際の流量、ここでは第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ供給される水素の流量で賄える発電量に設定する。

【0134】

従って、本フローチャートによると、第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ水素が供給されており、かつ、この時、燃料電池スタック 5 における目標とする発電量が、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を燃料電池スタック 5 へ再度供給する際の流量で賄える発電量以下の場合、水素流量制御弁 9 は閉として水素流量制御弁 9 を介して燃料電池スタック 5 へ水素は供給しないため、燃料電池スタック 5 に過剰な水素が供給されることが無く、適切な流量が確実に供給され、燃料電池スタック 5 における発電量の制御性を向上することが可能となる。

【0135】

また、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を速やかに消費することにより、次の第一水素貯蔵器 12 又は第二水素貯蔵器 17 における水素を貯蔵することが可能となり、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる。

【0136】

なお、燃料電池スタック 5 における目標とする発電量が、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を燃料電池スタック 5 へ再度供給する際の流量で賄える発電量を超える場合、第二水素貯蔵器 17 から燃料電池スタック 5 へ水素を供給すると共に、水素流量制御弁 9 は開として、水素流量制御弁 9 を介して燃料電池スタック 5 へ水素を供給し、燃料電池スタック 5 で発電を行なう。

【0137】

以上述べた構成により、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を一旦、第一水素貯蔵器 12 に貯蔵し、第一水素貯蔵器 12 における水素貯蔵量が第一所定値まで達したことを検出した場合、水素移送ポンプ 15 が、第一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素の第二水素貯蔵器 17 への移送を開始し、また、シャットオフ弁 16 を介して第二水素貯蔵器 17 に貯蔵された水素を燃料電池スタック 5 に供給する際の流量を制御することにより、燃料電池スタック 5 の運転状況、すなわち水素流量制御弁 9 を介して供給される水素の流量に関わらず、燃料電池スタック 5 から排出される未使用分の水素を、確実に第二水素貯蔵器 17 及びシャットオフ弁 16 を介して燃料電池スタック 5 へ再度供給することが可能となる。

【0138】

また、水素移送ポンプ 15 は常時作動させる必要がなくなり、かつ未使用分の水素量に逐次応じた制御も不要で単純な制御で良いため、水素移送ポンプ 15 の信頼性を耐久性が向上する。

【0139】

さらに、未使用分の水素を再度燃料電池スタック 5 へ供給する際、その流量をシャットオフ弁 16 で制御することが可能なため、燃料電池スタック 5 の運転状況に応じて未使用分の水素の燃料電池スタック 5 への供給流量を調整することができ、燃料電池スタック 5 の発電量の制御性が向上する。

【0140】

〔第 2 実施形態〕

第 2 実施形態は、請求項 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 及び 16 に記載の発明に対応する燃料電池システムであり、その構成は図 18 に示すように、図 1 の構成からシャットオフ弁 16、第二水素貯蔵器 17、圧力センサ 18 を省略した構成であり、図 1 と同一の番号を付してある構成要素の構成・作用は図 1 と同一となるため、説明を省略す

10

20

30

40

50

る。

【0141】

次に作用を説明する。

第2実施形態における作用のうち、水素移送ポンプ15の作動開始制御については、水素移送ポンプ15の移送流量が燃料電池スタック5における発電量がアイドル運転に相当する流量とすることを除いて、図2に示す、第1実施形態と同一の作用であり、また、請求項3、4の第一水素貯蔵量検出手段、請求項6、7、8、12の水素移送手段に相当する構成・作用についても同様のため、説明を省略する。

【0142】

次に、第2実施形態における水素移送ポンプ15の作動停止制御について、図19のフローチャートを参照して説明する。

10

ステップS191では水素移送ポンプ15が作動中か否かを判定し、作動中の場合、ステップS192に進み、作動中でない場合、本処理を終了する。

【0143】

ステップS192では、第一水素貯蔵器12における水素貯蔵量を検出する。ステップS193では、ステップS192で検出した第一水素貯蔵器12の水素貯蔵量が最小水素貯蔵量以下か否かを判断し、最小水素貯蔵量以下の場合、ステップS194へ進み、最小水素貯蔵量を超える場合、ステップS195へ進む。

【0144】

ステップS194では水素移送ポンプ15を作動停止する。

20

ステップS195では水素移送ポンプ15は作動のままとなる。

以上のフローチャートにおいて、ステップS191、S193、S194、S195が請求項9の水素移送手段に相当し、ステップS192が第一水素貯蔵量検出手段に相当する。なお、ステップS192における第一水素貯蔵器12の水素貯蔵量の検出方法は、前述の第1実施形態と同様のため、説明は省略する。

【0145】

また、図19のステップS192～S194の代わりに、水素移送ポンプ15を作動開始し第一水素貯蔵器12に貯蔵された水素の移送を開始し、第一所定値に基づき定めた所定時間経過後、水素移送ポンプ15が作動停止し第一水素貯蔵器12に貯蔵された水素の移送を停止するようにしても良く、その詳細については、第1実施形態と同様のため、説明を省略する（請求項10の水素移送手段に相当）。

30

【0146】

以上の作用により、燃料電池スタック5から排出される未使用分の水素を一旦第一水素貯蔵器12に貯蔵し、第一水素貯蔵器12の水素貯蔵量が第一所定値まで達した場合に、水素移送ポンプ15を作動開始することにより、燃料電池スタック5の運転状況、すなわち水素流量制御弁9から供給される水素の流量に関わらず、燃料電池スタック5から排出される未使用分の水素を、確実に燃料電池スタック5へ再度供給することが可能となる。また、水素移送ポンプ15は常時作動させる必要がなくなり、かつ未使用分の水素量に逐次応じた制御も不要で単純な制御で良いため、水素移送ポンプ15の信頼性や耐久性が向上する。

40

【0147】

また、第一水素貯蔵器12における水素をほぼ全量移送すると、水素移送ポンプ15が作動停止し第一水素貯蔵器12から燃料電池スタック5への水素の移送が停止することとなり、適切なタイミングで水素移送ポンプ15の制御を行うことが可能となる。

【0148】

また、燃料電池スタック5における発電量はアイドル運転時が最小、すなわち、燃料電池スタック5に供給されるべき水素の流量は、アイドル運転に相当する流量が最小となるため、未使用分の水素は、水素移送ポンプ15により燃料電池スタック5で要する最小流量で供給されることとなる。従って、水素移送ポンプ15により燃料電池スタック5に供給される水素が燃料電池スタック5で過剰となることは無く、燃料電池スタック5の運転状

50

況に関わらず、第一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素の燃料電池スタック 5 への移送が可能となる。

【0149】

さらに、水素移送ポンプ 15 により水素を移送する際の流量は、アイドル運転に相当する最小の流量で良いため、水素移送ポンプ 15 による消費エネルギーを小さくできる。

【0150】

なお、本実施の形態の場合、水素移送ポンプ 15 の移送流量 Q_0' は、燃料電池スタック 5 における発電量がアイドル運転に相当する流量であり、第一水素貯蔵器 12 に貯蔵された水素の移送に時間を要することから、水素移送ポンプ 15 作動中に、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素分も余裕を持って貯蔵可能なように、第一水素貯蔵器 12 の最大水素貯蔵量 V_{1MAX}' は次のように定める。

【0151】

【数 7】

$$V_{1MAX}' = V_1' \times C' \quad \dots (7)$$

$$V_1' = Q_0' \times \Delta TM' \quad \dots (8)$$

ここで、

Q_0' : 第 2 実施形態における水素移送ポンプ 15 の移送流量

$\Delta TM'$: 水素移送ポンプ 15 作動時間

V_1' : 水素移送ポンプ 15 作動時間 $\Delta TM'$ の間に移送される水素の量

C' : マージン分を表す係数

また、 $\Delta TM'$ は、下記 (9) 式を満たす値とする。

【0152】

【数 8】

$$Q_{1M} = \int_t^{t+\Delta TM'} \frac{Q_1'(t) dt}{\Delta TM'} \quad \dots (9)$$

$$Q_0' \geq Q_{1M}$$

Q_{1M} : 水素移送ポンプ 15 作動時間 $\Delta TM'$ の間に、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量の平均値

$Q_1'(t)$: 燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量を時間の関数として表したもの

t : 時間

燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量 $Q_1'(t)$ は、ある程度パターン化されたものとして時間の関数として事前に把握することができる。

【0153】

また、既に、第 1 実施形態でも述べたように、一般に、燃料電池スタック 5 の発電量が最大となる運転は長く続くことが無く、すなわち、燃料電池スタック 5 の発電時間に対し、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量が最大値で流れる割合は小さく、一方発電量がアイドル運転程度で燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量が極めて小さい値である割合は大きい。

【0154】

ここで、仮に (9) 式に示される、 $\Delta T M'$ の時間幅において、燃料電池スタック 5 の発電量が最大、すなわち燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 に入る未使用水素の流量が最大値 $Q 1 M A X$ となる状態が $\Delta T 1 M A X$ ほど続き、これ以外の時間 ($\Delta T M' - \Delta T 1 M A X$) は、アイドル運転状態で燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 に入る未使用水素の流量が最小値 $Q 1 M I N$ であるとする、 $Q 1' (t)$ は次 (10) 式で表されることとなる。

【0155】

【数9】

$$Q 1' (t) = Q 1 M A X \quad (0 \leq t < T 1 M A X) \quad \dots (10)$$

$$Q 1' (t) = Q 1 M I N \quad (\Delta T 1 M A X \leq t < \Delta T M') \quad \dots (10)$$

なお、水素移送ポンプ 15 の移送流量 $Q 0' > Q 1 M I N$ であるとする。

【0156】

すると、(9) 式に示される燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量の平均値 $Q 1 M$ は、次 (11) 式で表される。

【0157】

【数10】

$$Q 1 M = (Q 1 M A X \times \Delta T 1 M A X + Q 1 M I N \times (\Delta T M' - \Delta T 1 M A X)) / \Delta T M' \quad \dots (11)$$

ここで、燃料電池スタック 5 の発電時間に対し、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の流量が最大値で流れる割合は小さいことから、時間幅 $\Delta T M'$ を大きくとった場合、 $\Delta T 1 M A X / \Delta T M'$ は小さい値となり、時間幅 $\Delta T M'$ を大きくするほど、 $\Delta T 1 M A X / \Delta T M'$ は 0 に近づき、一方、 $(\Delta T M' - \Delta T 1 M A X) / \Delta T M'$ は、1 に近づく。従って、該平均値 $Q 1 M$ は、時間幅 $\Delta T M'$ を大きくすることにより、小さい値となり、 $Q 1 M I N$ に近づいていく。

【0158】

これより、 $\Delta T M'$ は、ある値以上において (9) 式 $Q 0' \geq Q 1 M$ を満たすこととなり、該 (9) 式を満たす $\Delta T M'$ により、(8) 式から、次の (12) 式が成立する。

【0159】

【数11】

$$V 1' = Q 0' \times \Delta T M' \geq Q 1 M \times \Delta T M' \quad \dots (12)$$

$V 1'$ は、水素移送ポンプ 15 作動時間 $\Delta T M'$ の間に移送される水素の量であり、一方、(12) 式の右辺 $Q 1 M \times \Delta T M'$ は、水素移送ポンプ 15 作動時間 $\Delta T M'$ の間に、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の量である。従って、(12) 式は、水素移送ポンプ 15 作動時間 $\Delta T M'$ の間に、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素の量は、水素移送ポンプ 15 により確実に移送できることを表している。

【0160】

また、(7) 式により、第一水素貯蔵器 12 の最大水素貯蔵量 $V 1 M A X'$ を定めることにより、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素を確実に貯蔵することが可能となる。

【0161】

なお、(7)、(8)、(11)、(12) 式から、第一水素貯蔵器 12 の最大水素貯蔵量 $V 1 M A X'$ は、次式 (13) を満たす。

【0162】

【数12】

$$\begin{aligned} V 1 M A X' &= V 1' \times C' \geq Q 1 M \times \Delta T M' \times C' \\ &= (Q 1 M A X \times \Delta T 1 M A X + Q 1 M I N \\ &\quad \times (\Delta T M' - \Delta T 1 M A X)) \times C' \quad \dots (13) \end{aligned}$$

10

20

30

40

50

ここで、本実施の形態における第一水素貯蔵器 12 の最大水素貯蔵量 $V1MAX'$ を、(1) 式で定義される第 1 実施形態における第一水素貯蔵器 12 の最大水素貯蔵量 $V1MAX$ と比較した場合、仮に各々のマージン分 C 及び C' が等しいと仮定すると、(13) 式の右辺における $Q1MAX \times \Delta T1MAX \times C'$ は、 $V1MAX$ に等しくなることから、 $V1MAX' \geq V1MAX$ が成立することとなる。

【0163】

また、水素移送ポンプ 15 が作動開始する時の第一水素貯蔵器 12 における水素貯蔵量、すなわち第一所定値については、水素移送ポンプ 15 の作動時間 $\Delta TM'$ の間に移送される水素の量 $V1'$ と同等またはより小さく設定すると良い。これにより第一水素貯蔵器 12 は少なくともマージン C' 分を確実に余裕分とすることができ、燃料電池スタック 5 から第一水素貯蔵器 12 へ入る未使用水素を確実に貯蔵することが可能となる。

【0164】

また、請求項 16 に相当する水素流量制御弁 9 の制御については、第 1 実施形態の図 5 において、ステップ $S52$ を水素移送ポンプ 15 が作動しているか否か確認し、作動中であれば $S53$ へ、非作動であれば $S55$ へ進むよう入れ換えること、及びステップ $S53$ における所定発電量を、燃料電池スタック 5 における発電量が、水素移送ポンプ 15 の移送流量で賄える発電量に設定すること以外は、同一の作用効果であるため、説明を省略する。

【0165】

なお、以上説明した各実施形態において、燃料電池スタック 5 へ供給する水素は、水素タンク 7 に貯蔵されたものを用いたが、これに限らず、例えばメタノールやガソリン等の炭化水素系原燃料を改質器で改質して生成した水素を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態の構成を示す全体システム図である。

【図 2】第 1 実施形態のコントロールユニット内で行われる、水素移送ポンプ 15 の作動開始制御を表すフローチャートである。

【図 3】第 1 実施形態のコントロールユニット内で行われる、水素移送ポンプ 15 の作動停止制御を表すフローチャートである。

【図 4】第 1 実施形態のコントロールユニット内で行われる、シャットオフ弁 16 の制御を表すフローチャートである。

【図 5】第 1 実施形態のコントロールユニット内で行われる、水素流量制御弁 9 の制御を表すフローチャートである。

【図 6】第 1 実施形態の第一水素貯蔵器又は第二水素貯蔵器における圧力と水素貯蔵量を表す図である。

【図 7】第 1 実施形態の第一水素貯蔵器又は第二水素貯蔵器の構成を表す図である。

【図 8】第 1 実施形態の第一水素貯蔵器又は第二水素貯蔵器の構成を表す図である。

【図 9】第 1 実施形態の第一水素貯蔵器又は第二水素貯蔵器における変位と水素貯蔵量を表す図である。

【図 10】第 1 実施形態の燃料電池スタック 5 における発電量と消費水素量の関係を表す図である。

【図 11】第 1 実施形態の、第一所定値の設定方法を表す図である。

【図 12】第 1 実施形態の、第一所定値の設定方法を表す図である。

【図 13】第 1 実施形態の、第一所定値の設定方法を表す図である。

【図 14】第 1 実施形態の変形例 1 の構成を示す全体システム図である。

【図 15】第 1 実施形態の変形例 1 における燃料電池スタック 5 の発電量と、シャットオフ弁 26 の開度の関係を表す図である。

【図 16】第 1 実施形態の変形例 2 の構成を示す全体システム図である。

【図 17】実施の形態 1 の変形例 3 の構成を示す全体システム図である。

【図 18】第 2 実施形態の構成を示す全体システム図である。

【図 19】第 2 実施形態のコントロールユニット内で行われる、水素移送ポンプ 15 の作

10

20

30

40

50

動停止制御を表すフローチャートである。

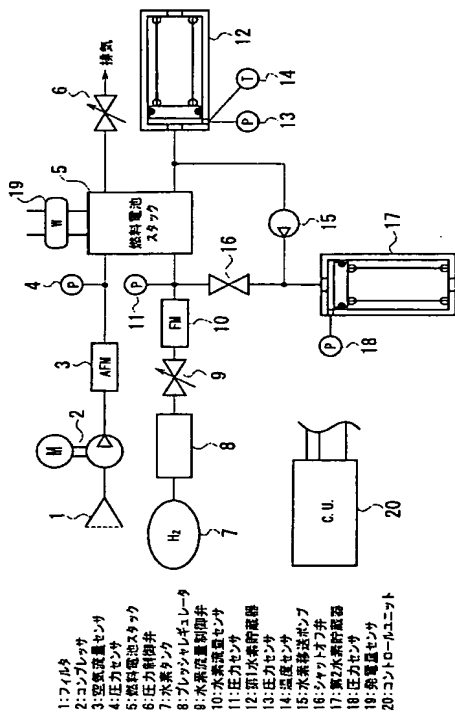
【符号の説明】

- 1 フィルタ
- 2 コンプレッサ
- 3 空気流量センサ
- 4 圧力センサ
- 5 燃料電池スタック
- 6 圧力制御弁
- 7 水素タンク
- 8 プレッシャレギュレータ
- 9 水素流量制御弁
- 10 水素流量センサ
- 11 圧力センサ
- 12 第一水素貯蔵器
- 13 圧力センサ
- 14 温度センサ
- 15 水素移送ポンプ
- 16 シャットオフ弁
- 17 第二水素貯蔵器
- 18 圧力センサ
- 19 発電量センサ
- 20 コントロールユニット

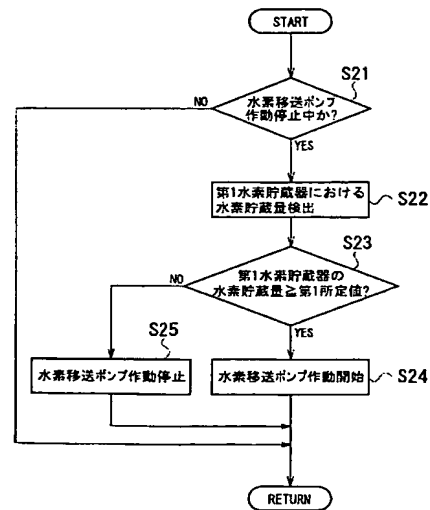
10

20

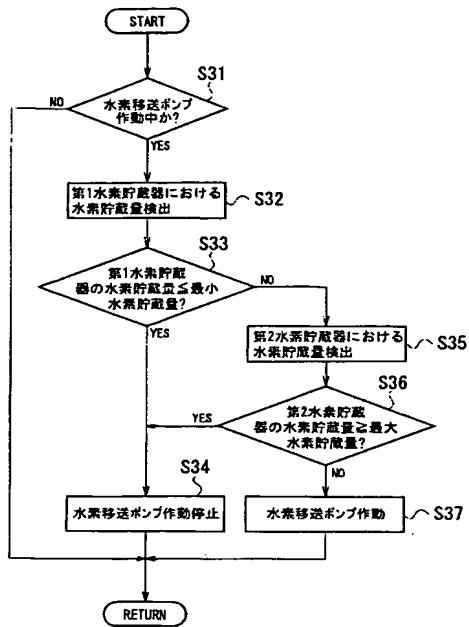
【図1】



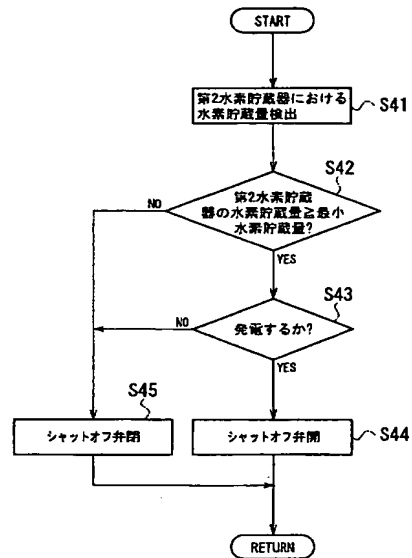
【図2】



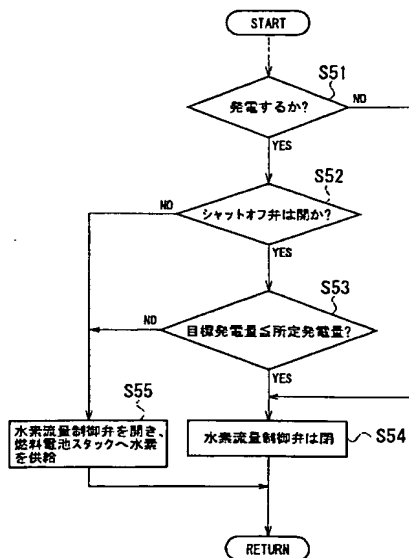
【図3】



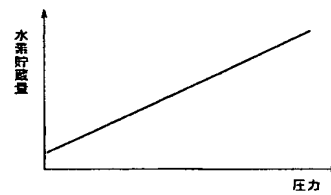
【図4】



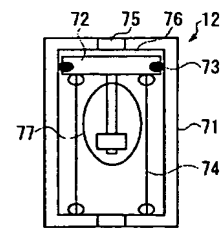
【図5】



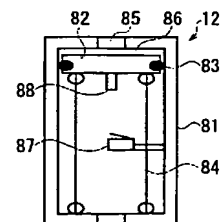
【図6】



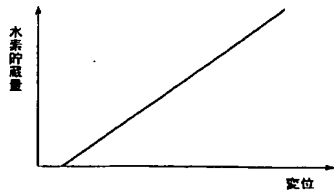
【図7】



【図8】



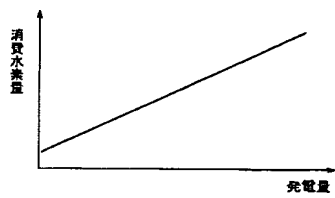
【図 9】



【図 11】



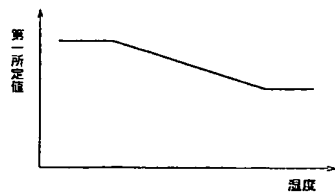
【図 10】



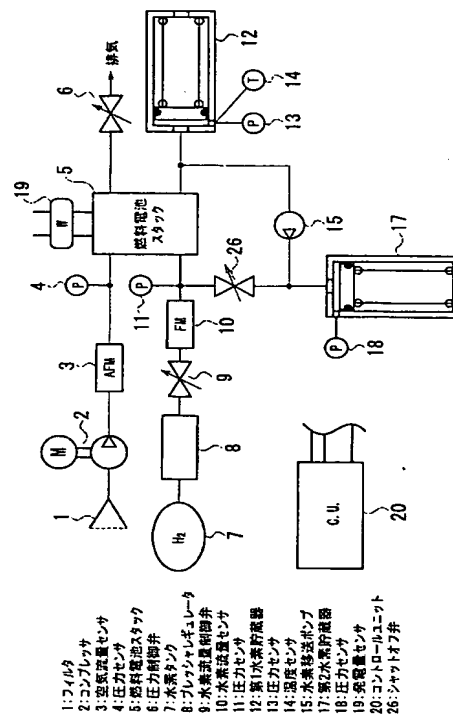
【図 12】



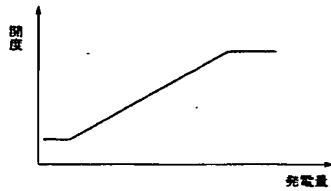
【図 13】



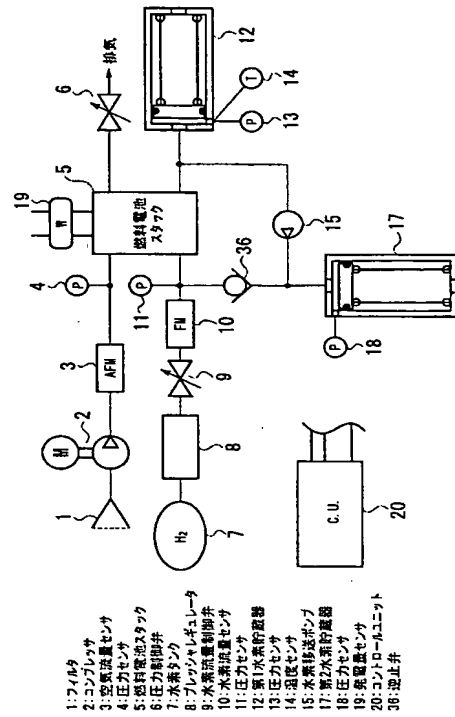
【図 14】



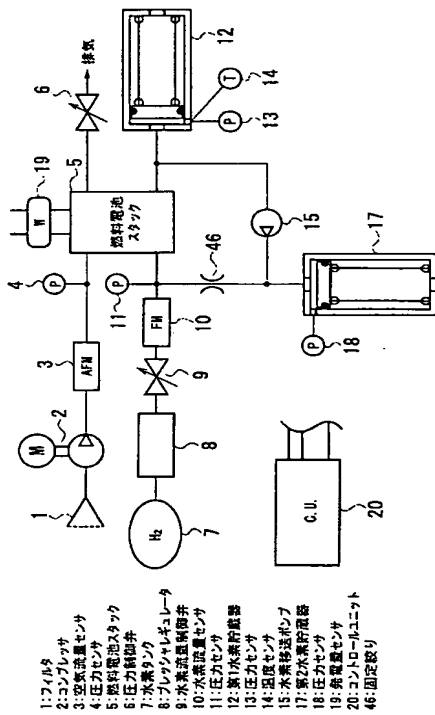
【図 15】



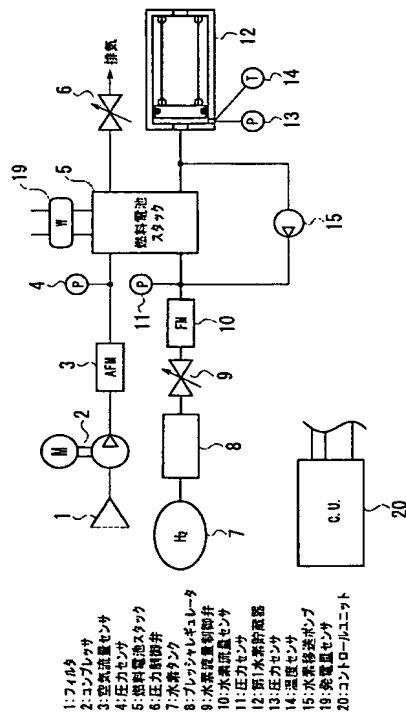
【図 16】



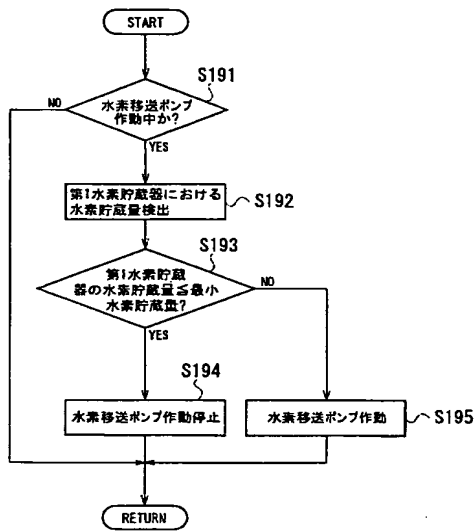
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(74)代理人 100101247

弁理士 高橋 俊一

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 大澤 俊哉

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA13 BA19 KK00 KK01 KK41 KK44 KK52 MM01 MM08